

Дж. Бернал

НАУКА В ИСТОРИИ ОБЩЕСТВА

Перевод с английского

А. М. ВЯЗЬМИНОЙ, Н. М. МАКАРОВОЙ,
Е. Г. ПАНФИЛОВА

Общая редакция

Б. М. КЕДРОВА, И. В. КУЗНЕЦОВА



И * Л

ИЗДАТЕЛЬСТВО

ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

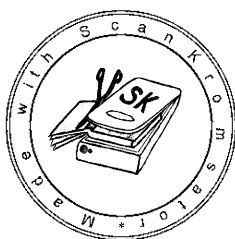
Москва, 1956

J. D. Bernal

SCIENCE IN HISTORY

LONDON, WATTS

1954



Scan AAW

«Наука в истории общества»—фундаментальное исследование известного английского ученого и общественного деятеля Дж. Д. Бернала. Советскому читателю известна книга Дж. Бернала «Наука и общество» (1952).

В предлагаемой читателю новой работе Дж. Бернала предпринята исключительно интересная попытка исследовать историю взаимоотношений между развитием науки и техники и развитием общества от зарождения науки до наших дней. Автором нарисована широкая и достоверная картина прогрессирующего познания наукой действительности, возрастающие роль и значение науки в обществе.

Редакция литературы по вопросам философии и психологии
Заведующий редакцией кандидат философских наук *В. А. МАЛИНИН*

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Подготовка русского перевода «Науки в истории общества» особенно приятна мне потому, что сама эта работа была в значительной степени вдохновлена идеями советских ученых, примером развития советской науки и ее ролью в строительстве нового общества. Я также надеюсь получить критические замечания по содержанию этой книги и основным ее идеям. В частности, мне кажется, советские читатели поймут, что если роли русских ученых не отведено в исторических разделах книги того места, которого она заслуживает, то это объясняется не какой-либо недооценкой ее, но незнанием русской науки в остальном мире, незнанием, которое я разделяю с большинством зарубежных историков и которое, как я надеюсь, будет в известной мере рассеяно критическими замечаниями советских читателей.

Надеюсь, что и в других отношениях моя книга встретит у советских читателей компетентную критику. В некоторых разделах, особенно в разделах, посвященных общественным наукам, я очень много черпал из истории развития Советского Союза, которая известна мне только по книгам и по нескольким кратким посещениям этой страны. Я приложил все усилия к тому, чтобы дать возможно более правильную картину действительного положения вещей, но там, где мне не удалось это сделать, я надеюсь, что читатель меня поправит.

В одном очень важном отношении, касающемся современной истории Советского Союза, я понял, что в данный момент мне трудно дать сколько-нибудь полный социальный анализ. Однако, если вовсе не принимать во внимание последние события, и особенно методы управления Сталина, это может исказить всю картину исторического развития современного мира. Я надеюсь, что советские читатели будут рассматривать эту часть книги как по существу предварительную работу, которая может быть исправлена в свете дальнейшей информации в последующих изданиях.

С точки зрения взаимоотношений науки и общества последние годы были решающими, поскольку именно этот период явился свидетелем первых шагов в использовании атомной энергии для мирных целей и быстрого развития автоматизированной промышленности. Эти события, нашедшие должное признание в шестом пятилетнем плане Советского Союза, знаменуют начало нового этапа в сознательном и планируемом использовании науки. Сейчас еще более очевидно, чем в момент, когда писалась эта книга, что большинство тягот материального порядка, испокон веков затруднявших жизнь людей, может быть устранено или по крайней мере облегчено применением научного исследования. В то же время наука открывает перед человеком новые возможности для развития его способностей, возможности, о каких раньше нельзя было и мечтать. Поэтому отказ от науки и ее применения—чем бы он ни был вызван—становится преступлением против общества. С другой стороны, если наука используется в качестве руководящей силы, то это налагает на нее новую ответственность, ибо—не говоря уже о ее крайнем извращении в период войны—легкомысленное или своекорыстное использование науки может оказаться пагубным для ее целей.

В самом деле, с точки зрения дальнейшего прогресса промышленности или сельского хозяйства развитие науки стало абсолютной необходимостью. В силу этого современное государство настоятельно нуждается в радикальном увеличении числа научно и технически подготовленных людей. И здесь опять дости-

жения Советского Союза были, наконец, признаны в капиталистическом мире, где отсутствует, однако, общественная система, способная в полной мере использовать благо этих достижений.

Во втором английском издании этой книги, ряд исправлений из которого удалось внести в данное издание*, я пытался отразить новые позитивные особенности международного положения, и в то же время тот упор, который я делал на чисто негативных аспектах войны и военных приготовлений, был ослаблен. Ибо хотя опасность отнюдь не исчезла и—если не говорить о Советском Союзе—никакого существенного разоружения не имело места, тем не менее произошло несомненное смягчение международной напряженности. Холодная война перестала быть той главной реальностью, которой подчинена всякая другая деятельность, и это событие сопровождалось возобновлением культурных и экономических контактов.

В настоящее время другой весьма обнадеживающей особенностью является быстрое установление независимости и движение по пути мирного экономического развития в странах Азии, в частности в Китае и Индии. Появление на международной арене слаборазвитых стран, население которых составляет более половины населения земного шара, предъявляет гораздо бóльшие, чем когда-либо раньше, требования к использованию науки.

Это изменение оказало серьезное влияние на науку, которая сильно страдала от разделения мира на враждебные лагеря. Состоявшаяся в августе 1955 года в Женеве Международная конференция по мирному использованию атомной энергии положила конец этому разделению в наиболее жизненно важном вопросе—вопросе об атомной энергии, и сейчас наблюдается непрерывно растущий обмен научными делегациями и информацией, уже много сделавший для того, чтобы вновь придать науке присущий ей международный характер.

Я надеюсь, что именно такому миру—миру сотрудничества народов всех стран в построении новой цивилизации с помощью развивающейся науки—и может оказать некоторую пользу эта книга, рассматривающая те усилия, которые делало человечество в прошлом, чтобы достичь настоящего своего состояния.

Дж. Д. Бернал.

Июнь 1956 г.

* Издательство получило от автора подготовленное им 2-е английское издание данной книги в то время, когда русский перевод 1-го ее издания был уже набран и подготовлен к печати. Поэтому по согласованию с автором в данный перевод были внесены лишь наиболее существенные по сравнению с 1-м изданием исправления и дополнения.—Прим. ред.

ОТ АВТОРА

Эту книгу невозможно было бы написать без помощи многих моих друзей и коллег из числа профессоров и преподавателей Бирбек-колледжа, которые давали мне консультации и отсылали к источникам. В частности, мне хотелось бы поблагодарить доктора Е. Х. С. Бурхопа, г-на Эмиля Бернса, профессора В. Г. Чайлда, г-на Мориса Корнфорта, г-на Цедрика Довера, г-на Р. Палм Датта, доктора В. Эренберга, профессора Б. Фаррингтона, г-на Дж. Л. Файфа, г-на Христофора Хилла, доктора С. Лиллея, г-на Дж. Р. Морриса, доктора Дж. Нидхема, доктора Д. Р. Ньюса, доктора М. Руеманна, профессора Г. Томсона и Дона Торра. Они просмотрели различные главы книги на первых этапах работы над ней и высказали свои соображения по ним, а затем я попытался переработать эти главы с учетом их критических замечаний. Однако никто из них не видел эту работу в завершенном виде, и поэтому они ни в коем случае не ответственны за выраженные мною в ней положения и взгляды.

Мне также хотелось бы особо поблагодарить моего секретаря мисс А. Раймел и ее ассистентов госпожу Дж. Фергюссон и мисс Р. Клейтон за их помощь в технической подготовке книги и составлении ее алфавитного и именного указателей, что было нелегкой задачей, если учесть, что книга почти полностью переписывалась шесть раз; мисс М. Г. Блэк—за подготовку нескольких карт; г-на С. Уорда—за помощь и советы при воспроизведении многочисленных иллюстраций.

Я также приношу свою благодарность библиотекарям и служащим библиотек Королевского общества, Королевского колледжа физиков, Лондонского университета, Бирбек-колледжа, школы по изучению Востока и Африки, а также директору и служащим Лондонского музея науки.

В заключение мне бы хотелось выразить благодарность моему ассистенту г-ну Фрэнсису Апрахамяну, неутомимому в поисках и подборе книг, цитат и других материалов для работы, а также в правке рукописи и корректур. Без его помощи я бы никогда не смог написать книгу такого объема.

Дж. Д. Б.

ЗАМЕЧАНИЯ АВТОРА О СТРУКТУРЕ КНИГИ

Я избегал подстрочных примечаний в тексте*. Номера сносок относятся к библиографии, помещенной в конце книги. Библиографический указатель состоит из семи частей, соответствующих частям книги. Каждая часть делится на разделы, в которых названия книг и статей автор расположил в алфавитном порядке.

Часть I библиографии делится на три раздела. В первом содержится перечень книг, встречающихся во всей работе, включая общую историю науки. Второй раздел содержит названия книг по истории отдельных наук, а также книг, относящихся к первой части. В третьем разделе перечисляются периодические издания, на которые имеются ссылки во всей книге.

Каждая из II, III, IV и V частей библиографического указателя делится на два раздела. Первый раздел каждой части содержит наиболее важные книги, относящиеся к данной части, а второй—остальные книги.

Первый раздел VI части библиографии содержит названия книг, относящихся к введению этой части и главе 10, по физическим наукам, раздел второй—к главе 11, биологическим наукам, и третий—к главам 12 и 13, общественным наукам.

В части VII библиография не подразделяется.

Система сносок следующая: первая цифра указывает на часть библиографии, вторая—на порядковый номер книги в этой части, третья, когда она дается, обозначает страницу книги, на которую делается ссылка. Так, например, ^{2.3.56.} означает ссылку на стр. 56 третьего раздела библиографии II части, то есть: F a r r i n g t o n B., *Science in Antiquity*, London, 1936.

Следует отметить, что книги указываются в библиографии только один раз—в части, где они больше всего встречаются. Таким образом, возможно, что ссылка, встречающаяся во II части, относится, скажем, и к книге, упомянутой в V части библиографии.

* Встречающиеся в тексте отдельные подстрочные примечания сделаны редакцией и переводчиками.—Прим. ред.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1948 году мне предложили прочесть курс лекций в честь Чарлза Берда* в Раскин-колледже в Оксфорде. Я выбрал тему «Наука в истории общества». Эта тема давно уже интересовала меня, и мне не казалось трудным донести ее до образованной, но не имеющей специальных знаний аудитории. Когда я приступил к чтению лекций и главным образом когда я стал придавать им форму книги, только тогда я начал понимать, что взялся за тему, требующую более глубокого изучения и серьезного обдумывания, чем я это делал до сих пор. Однако эта тема оказалась настолько привлекательной, что я твердо решил продолжить свою работу. Первым результатом осуществления моего намерения и была эта книга, которую я надеялся написать в три недели и которая уже отняла у меня вдвое большее количество лет. И только теперь я начинаю понимать характер проблемы о месте науки в истории, хотя вначале мне казалось, что я уже знал, как решить эту проблему.

Раньше ученые могли отрицать все, кроме работы своих непосредственных предшественников, и даже отвергать традиции прошлого под тем предлогом, что они скорее тормозили прогресс, нежели содействовали ему. Сейчас, однако, трудности нашего времени, а также неразрывная связь между ними и прогрессом в науке концентрируют внимание на историческом аспекте науки. Чтобы найти пути преодоления трудностей, с которыми мы сталкиваемся, а также пути использования новых возможностей, заложенных в науке, для улучшения благосостояния народа, а не в целях его разрушения, необходимо по-новому исследовать то, как создалось настоящее положение.

В течение последних тридцати лет главным образом благодаря воздействию марксистской мысли возникла идея, что не только средства, используемые учеными-естественниками в их научных исследованиях, но также и сами идеи, которыми они руководствуются в теоретическом подходе к явлениям, обусловлены происходящими в обществе событиями и его давлением. Эта идея встречает как сильное противодействие, так и энергичную поддержку; но в этом споре более ранние мнения о непосредственном воздействии науки на общество все дальше отходят на задний план. Я хотел еще раз подчеркнуть, что степень развития естествознания помогает определить степень развития самого общества—не только в области изменений в экономике, происходящих в результате применения научных открытий, но также в результате влияния новых научных теорий на общий остов мысли.

Однако вскоре я обнаружил, что это повлечет за собой работу, гораздо большую, чем просто составление каталога изобретений и гипотез и иллюстрирование его примерами того, как они обуславливают экономические и политические события. Таких каталогов уже составлялось достаточно много. Если надеяться на что-либо новое и значительное, то это будет равносильно пересмотру взаимосвязи науки и общества. Было бы односторонним подходить к влиянию науки на общество так же, как к влиянию общества на науку.

Нельзя считать достаточным исследование, которое ограничивается лишь недавним временем. Этого было бы достаточно, если бы все то, что уже открыто, было бы результатом материальных изменений в образе жизни, вызванных

* Чарлз Берд (1874—1948)—известный американский историк.—Прим. ред.

промышленной революцией, и последовавшим за ней ускорением темпа жизни. Но если, кроме того, необходимо найти, каким образом развитие науки изменило самый остов человеческого мышления, то возникает также необходимость вернуться к великим спорам эпохи Возрождения о природе небес, а затем еще дальше, к античным временам, ибо без теорий того периода подобные споры были бы бессмысленными.

Таким образом, нам остается только попытаться проследить всю историю человеческого общества с самых ее истоков. Это включает параллельное изучение всей социальной и экономической истории в связи с историей науки—задача, непосильная для любого человека, даже для таких людей, которые всю свою жизнь посвятили изучению истории. Для ученого-практика, не владеющего техникой исторического исследования, попытка произвести подобные серьезные исследования в широком плане и изложить историю в таком аспекте является попыткой с негодными средствами. Тем не менее имеется ряд оправданий для тех, кто делает первую попытку сделать набросок в данной области—во всяком случае своими упущениями и ошибками они побуждают других, более способных и свободных, создать более полную картину. Кроме того, ученые-практики, прожившие достаточно долго, чтобы проследить и даже принять участие в научном движении критических как для науки, так и для общества периодов, имеют компенсирующие их недостатки достоинства. Мне особенно посчастливилось первому приобрести опыт в проведении и организации научной работы и увидеть назревшую в настоящее время необходимость существования и использования науки для практических целей как в мирное, так и в военное время.

Именно в свете этого опыта я попытался оценить преобладавшие в области науки и вне ее условия и отношение к ней, существовавшие в другие времена. До сих пор не было сделано ни одной попытки представить все это хронологически, в единой картине. В наш век засвидетельствован такой гигантский скачок в развитии науки и наблюдается столь быстрое и эффективное использование ее результатов—для чего достаточно привести примеры с пенициллином и атомной бомбой,—что описание развития науки XX века заняло добрую половину книги. В этом отношении современные ученые находятся в таком же положении, как и историки, и каждый читатель сможет критиковать их, основываясь на собственном опыте.

Слово «наука» («science») на всем протяжении книги используется в самом широком смысле, и я нигде не пытался втиснуть его в рамки какого-либо определения. В самом деле, наука на всем протяжении истории человечества претерпевала столько существенных изменений, что ни одно определение не будет исчерпывающим. Хотя я ставил своей целью включить в данную работу все называемое наукой, все же в центре внимания этой книги находятся естествознание и техника, ибо по соображениям, которые я изложу в дальнейшем, науки об обществе вначале воплощались в традициях и обрядах и сформировались только под влиянием, по образу и подобию естественных наук. Тема, которая постоянно привлекает мое внимание,—это всестороннее взаимодействие между техникой, наукой и философией. Наука играет роль посредника между установившейся и передаваемой по наследству практикой людей, работающих для того, чтобы жить, и утвердившимися идеями и традициями, которые обеспечивают продолжение существования общества, а также прав и привилегий создавших его классов.

Наука является, с одной стороны, упорядоченной техникой, с другой—рационализированной мифологией. Так как наука возникла как едва различимый аспект мистерии ремесленников и проповедей жрецов, который почти не вошел в писаную историю, она длительное время добивалась независимого существования в обществе. Даже тогда, когда наука нашла своих собственных адептов в медицине, астрологии и алхимии, они образовали небольшую кучку паразитов, длительное время существовавшую при богатых принцах, духовных

лицах и купцах. И только в последние три столетия наука утверждается в своих правах как прочно установившаяся профессия, требующая специфического образования, имеющая свою литературу и организацию. Сейчас, в наше время, мы являемся свидетелями того, как наука начинает возвращаться к тому состоянию, в каком она находилась в начале человеческой истории: она повсеместно проникает во все формы практической деятельности и мышления, снова объединяя усилия ученых, рабочих и руководства.

Прогресс в науке является чем угодно, только не единообразием в пространстве и времени. Периоды быстрых темпов ее развития чередуются с более продолжительными периодами застоя и даже упадка. С течением времени центры научной деятельности непрерывно перемещались и обычно скорее следовали за перемещением центров торговой и промышленной деятельности, нежели направляли его. Вавилон, Египет и Индия были центрами древней науки. Греция становится их общей наследницей, и там, как нам известно, впервые был выработан рациональный базис для науки. Это поступательное движение человеческой мысли закончилось даже раньше окончательного упадка классических городов-государств. В Риме науке уделялось мало внимания, и она совершенно отсутствовала в западноевропейских королевствах варваров. Наследие Греции вновь вернулось на Восток, откуда оно и пришло. В Сирии, Персии и Индии и даже в далеком Китае ощущались новые веяния в науке, слившиеся затем в великолепном синтезе в странах ислама. И только отсюда наука и техника пришли в средневековую Европу. Здесь они получили дальнейшее развитие, которое, будучи слабым вначале, впоследствии должно было привести к великой вспышке созидательной активности, имевшей своим последствием возникновение современной науки.

Постоянные и действенные традиции связывают нас с революционной наукой эпохи Возрождения, хотя мы и можем различить в ее развитии четыре основных периода. В первый период, когда научные центры были сосредоточены в Италии, Леонардо да Винчи, Везалий и Коперник, подорвав авторитет основных доктрин античных ученых о человеке и мире, возродили механику, анатомию и астрономию. Во второй период, когда научные центры переместились в Нидерланды, Францию и Англию, ученые, начиная с Бэкона, Галилея и Декарта и кончая Ньютоном, выковали новую математико-механическую модель мира. После перерыва в развитии науки начинается третий период, когда ее центры сосредоточиваются в основном в промышленной Англии и революционном Париже; в это время для науки открылось широкое поле для проведения таких экспериментов, как, например, в области электричества, которой не касались греки. Именно тогда наука смогла эффективно помочь произвести перемены в области производства и транспорта с помощью электричества, машин и химических препаратов. Четвертый и наиболее важный, если и не по существенному интеллектуальному воздействию, то, во всяком случае, по протяженности и результативности, период является революцией в науке, происшедшей в наше время. Мы являемся свидетелями зарождения мировой науки, преобразующей старые и создающей новые отрасли индустрии, проникающей во все стороны человеческой жизни. Вместе с тем именно в этот переходный период наука непосредственно вовлекается в страшную, потрясающую драму войн и социальных революций.

В настоящее время уже нет сомнения в том, что каждый из этих важных периодов в развитии науки соответствует какому-либо социальному или экономическому преобразованию. Наука в древней Греции отражала подъем и упадок рабовладельческого общества железного века, в котором доминировало товаро-денежное хозяйство. Длительный перерыв в развитии науки— период средневековья—ознаменовался ростом и неустойчивостью натуральной экономики феодализма с незначительным использованием достижений науки. И только тогда, когда поднимающаяся *буржуазия* разбила оковы феодального строя наука получила возможность для дальнейшего развития. В этом дви-

жении родились капитализм и современная наука. Фазы эволюции современной науки соответствуют повторяющимся кризисам капиталистической экономики. Первые два периода развития современной науки совпадают с ранними боями и первыми успехами в утверждении капитализма в качестве преобладающей экономической системы в Голландии и Англии. Третий период привел к фабричной системе и, казалось, предсказывал триумф прогрессивного капитализма в союзе с наукой. Со временем, в последней стадии, капитализм уже перерос и изжил себя, и новая форма организации общества—социализм—уже явственно борется, чтобы прийти на смену капитализму, чтобы по-своему использовать ныне выявленные силы науки.

Однако написать только об этом—значит лишь приступить к постановке проблемы. Это приблизительное соответствие между развитием общества и науки приводит нас к основному вопросу. Как социальные преобразования конкретно влияют на науку? Что дала наука древних Афин, Флоренции эпохи Возрождения, Бирмингема и Глазго XVIII века особо передового и нового? И наоборот, как достижения ученых тех мест и времен влияли на развитие современной им промышленности, торговли, политики и религии? В какой степени такое влияние было постоянным и в какой степени—преходящим? Таковы вопросы, которые я изучал и на которые попытался дать ответ в данной книге.

В процессе своей работы я старался учесть возможно большее количество соответствующих факторов. Я старался определить и описать технические возможности и ограничения каждого периода и то, в какой степени экономические стимулы побуждают и прочно фиксируют достигнутые научкой успехи. Но эти успехи достигаются не какими-то безличными силами, а живыми людьми. Их жизнь и средства к жизни, их устремления, их отношение к политическим течениям того времени—все это должно быть рассмотрено. Необходимо выяснить, основываясь на трудах и произведениях этих людей, насколько идеи, воспринятые ими из прошлого или из оживленной полемики того времени, стимулировали или затрудняли их работу.

На всех поворотных пунктах истории этот конфликт между силами, стремящимися развить науку, и силами, стремящимися задержать ее развитие, усиливается. Мы можем заметить положительные, прогрессивные силы, прорывающиеся в начале каждого критического пункта истории, и регрессивные силы педантизма и обскурантизма, отстаивающие свое существование накануне своей гибели. Все же в каждом отдельном случае обстоятельства бывают различными и требуют особого исследования.

Было бы абсурдом надеяться найти какие-либо простые объяснения критических фаз развития науки. Тем не менее одного лишь выявления связей между социальными, техническими и научными факторами было бы достаточно для того, чтобы привести к дальнейшему исследованию и к более глубокому, хотя бы и несформулированному, пониманию. Я знаю по своему опыту, что такой экскурс в прошлое неизбежно способствовал пониманию настоящего и возникновению идеи о будущих путях развития науки. Правда, в науке, может быть, более, чем в любой другой сфере деятельности человека, прогресс возможен и часто действительно имеет место без какого-либо знания истории; но такое знание обеспечивает воздействие на направление пути развития науки в будущем, и если хорошо усвоены уроки прошлого, прогресс в науке будет достигнут быстрее и надежнее.

Эта книга представляет собой первую попытку систематизации некоторых из этих уроков прошлого. Она не является и не претендует быть очередной книгой по истории науки, хотя в ней по необходимости должно воспроизводиться многое из этой истории и на еще большее следует ссылаться. Ее цель—раскрыть прямое или косвенное влияние науки на другие аспекты истории путем показа ее воздействия на изменение в экономике и ее влияния на идеологию правящих классов того времени или тех, кто стремится встать на их

место. Но, как вы увидите в дальнейшем, эти влияния редко бывают строго определенными и обычно не бывают односторонними влияниями. Очень часто идеи государственных деятелей и богословов, которые, как им кажется, они почерпнули из последних достижений научной мысли, являются всего-навсего идеями их собственного класса и их времени, отраженными в умах ученых, подверженных влиянию тех же социальных явлений. Разумеется, в основном влияние Ньютона и Дарвина в Англии было влиянием именно такого рода, но это не мешало им быть революционизирующими, когда они выступали против устоев различных социальных основ в других странах.

Чем больше я прослеживаю взаимодействие науки с обществом в ходе истории, тем более тесная связь выявляется между ними. Я начал понимать весь размах и сложность взятой на себя задачи и в то же время абсолютную невозможность дать совершенно убедительную и ясную картину. Если я не включу достаточно материалов, меня обвинят в навязывании готовых решений, если я включу их слишком много, читатель потеряет основную нить в массе подробностей. Я нашел наилучший компромисс, какой только я мог найти, но то, что я намеревался создать, по общему признанию, не так хорошо документировано и слабее аргументировано по сравнению с тем, как я первоначально представлял себе завершенную работу. Это удастся в той степени, в какой читатель сможет проследить в данной работе ход истории. Мне хотелось бы, чтобы читатель смотрел на историю по-иному и чтобы он самостоятельно делал открытия и создавал бы свои собственные теории, прежде чем соглашаться с каким-либо отдельным моим заключением.

Продолжительность и время на все налагают строгие ограничения. Я должен был написать книгу, а не энциклопедию и завершить ее в определенное количество лет. Ко всему этому надо учесть отсутствие возможности найти сколько-нибудь продолжительный отрезок времени для написания книги, и я был вынужден работать над ней урывками, в небольшие промежутки времени, что является причиной некоторых ее недостатков, о которых я знаю больше, чем кто-либо. Я знаю, что в частностях эта история полна пробелов и ошибок, которые могли бы быть правильно освещены, будь у меня время и больше знания для того, чтобы обнаружить и рассмотреть их. Я надеюсь, что внимательные читатели укажут на них, не отвергая работы в целом, ибо мои заблуждения они обнаружат лишь в некоторых, хорошо знакомых им областях. Мне приходится надеяться только на то, что эти ошибки как в отношении установленных фактов, так и в отношении других ошибок, произошедших из-за пробелов в документах, не повлияют радикально на истинность выдвигаемых мною положений. Ни один ученый не может быть, да и серьезно не пожелает быть застрахованным от изменений в суждениях на протяжении длительного времени. Все, на что он может надеяться и на что надеюсь я,— это установление в достаточной степени действительных и важных связей между фактами (даже в том случае, если они позднее будут опровергнуты), чтобы они служили основой для выявления новых фактов и новых связей. План книги первоначально был определен теми самыми лекциями, из которых она возникла, а каждая лекция вначале была главой, а затем переросла в часть, состоящую из нескольких глав. В вводной главе (часть I, глава 1) ставятся основные проблемы, а также имеются соображения общего характера о природе и методе в науке и ее месте в обществе. Ввиду ее до некоторой степени абстрактного характера не специалистам могу посоветовать ознакомиться с ней после окончания чтения исторического и описательного разделов. Данные разделы содержатся во II, III, IV и V частях, составляющих первую половину книги и имеющих дело со всей историей, начиная с возникновения человеческого общества и до кануна XX века. Часть II, главы 2, 3 и 4, касается появления науки, начиная с того, что ей предшествовало в технике и социальных обычаях, и кончая полным ее оформлением в древней Греции. Эти первые усилия были сведены на нет во времена Римской империи.

В III части, главы 5 и 6, описывается возрождение и медленный рост науки и техники под влиянием ислама и христианства—частично в Греции, частично в Индии и частично в Китае,—продолжавшегося до конца средних веков.

В IV части, содержащей лишь одну, 7-ю, главу, описывается зарождение современной науки в великую революционную эпоху Возрождения. Она заканчивается XVII веком, когда появилась возрожденная наука, тесно связанная с молодым и напористым капитализмом. V часть, главы 8 и 9, в основном представляет собой описание распространения утвердившейся науки и ее участия в преобразовании промышленности в эпоху господства капитализма вплоть до призрачного «золотого века» конца XIX века.

Остальная часть книги почти целиком посвящена XX веку, и в основном современной науке и политике. Здесь в связи с чрезвычайно возросшим уровнем развития науки и ее все возрастающим и более непосредственным воздействием на социальные условия возникает необходимость деления материала не по временному признаку, а по предмету исследования. После введения к части VI следует глава 10, о физических науках, о развитии электрической и химической промышленности и о высшем достижении науки, могущим быть использованным в хороших или дурных целях—изобретении атомной бомбы. Глава 11 посвящена биологическим наукам и их влиянию на сельское хозяйство, медицину и военное дело. Главы 12 и 13 вводят нас в спорную область общественных наук, которые в силу своей преемственности требуют того, чтобы проследить их развитие, выходя за пределы XX века. Во всех исторических главах, со 2-й по 13-ю, построение сводится в первую очередь к тому, чтобы составить картину социального и научного развития каждого предыдущего периода и затем показать отношения между ними. Последняя, VII, часть—глава 14—представляет собой попытку суммировать все изложенное и сделать из этого выводы с учетом будущего развития науки, исходя из всей ее истории.

Область, как мы видим, обширная, но достижение намеченной цели необходимо. При частичном обзоре или детальном изучении предмета было бы упущено основное—воспроизведение полной картины. Такой обзор неизбежно должен допустить как нечто подразумевающееся все, что происходило до, после и одновременно с этим, а этот вопрос и показ того, что подразумевается, как раз и является целью данной книги. Было бы неправильным отбрасывать даже отдаленные и неопределенные источники, поскольку, как я надеюсь показать, многое из неясного и сложного в науке нашего времени и ее социальной среде зависит от положений и установлений, дошедших до нас с тех времен.

Нет необходимости писать дальше. Сама книга является единственным критерием того, удалось ли мне сделать то, что я хотел, и в какой степени это было правильно выполнено.

Лондон, апрель 1954 г.

Дж. Д. Б.

ЧАСТЬ I

ВОЗНИКНОВЕНИЕ
И ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ
ОСОБЕННОСТИ
НАУКИ

Глава I

ВВЕДЕНИЕ

Эта книга представляет собой попытку описания и интерпретации взаимоотношений между развитием науки и других аспектов человеческой истории. Конечная цель данной книги—подвести к пониманию некоторых важных проблем, вытекающих из воздействия науки на общество. Цивилизация, какой мы ее ныне знаем, в ее материальном аспекте невозможна без науки. В своем моральном и интеллектуальном аспекте эта цивилизация также глубоко заинтересована в науке. Распространение научных идей—это важный фактор в переделке всего образа человеческого мышления. Однако в противоречиях и устремлениях нашего времени мы находим постоянные и растущие трудности науки. Люди живут—боясь уничтожения атомной бомбой или бактериологическим оружием—в надежде на улучшение жизни путем применения науки в сельском хозяйстве и медицине. Само разделение мира на два основных лагеря с крайне противоположной идеологией является частично последствием науки. Два лагеря, на которые сейчас разделен мир, служат примером различных целей в применении науки. Настоятельная потребность в их примирении отчасти обусловлена также катастрофическим и самоубийственным характером научного ведения войны.

Ход событий все более настойчиво выдвигает перед нами такие затрагивающие науку проблемы, как правильное использование науки в обществе, милитаризация науки, взаимоотношения науки и правительств, секретность в науке, свобода науки, место науки в просвещении и общей культуре. Как должны решаться эти проблемы? Попытки решить эти проблемы, обращаясь к установившимся принципам или само собой разумеющимся истинам, приводят большей частью к путанице. Такое решение не дает, например, ясного ответа на вопрос об ответственности ученого перед научной традицией, человечеством или государством. В быстро изменяющемся мире мало надежд на идеи, некритически заимствованные из общества, которое безвозвратно исчезает. Но это не означает, что данные проблемы вообще неразрешимы и что поэтому надо впадать в безнадежный пессимизм и иррационализм, который так характерен для современной интеллигенции в капиталистических странах¹⁻³⁰. В конечном счете эти проблемы должны быть решены, и на них будет дан практический ответ в процессе отыскания путей наиболее гармоничного и результативного для человечества использования и развития науки. Уже проведено много удачных опытов в тех странах, где наука сознательно посвящена целям созидания и улучшения благосостояния. Даже в Англии и Америке опыты по использованию науки для войны и подготовки к войне научили ученых кое-чему из того, что можно было бы сделать, используя науку в мирных целях^{1.2.285}.

Но одних только опытов недостаточно, и, действительно, они никогда не могли проводиться обособленно. Сознательно или бессознательно ученые обязательно руководствуются теориями и взглядами, почерпнутыми из общего фонда человеческой культуры. Когда это происходит бессознательно, такая зависимость от традиций будет слепой и приведет лишь к повторению более ранних попыток решений, которые в силу изменившихся условий стали беспо-

лезными. Когда это делается сознательно, такое применение теории должно повлечь за собой более глубокое знание отношения науки к обществу в целом, для чего первейшей необходимостью является знание истории науки и общества. В науке, больше чем в каком-либо другом институте человечества, необходимо изучать прошлое для понимания настоящего и господства над природой в будущем.

Такое положение, по крайней мере до недавнего времени, обычно слабо поддерживалось учеными-практиками. В естествознании и особенно в физических науках прочно закрепилась идея о том, что имеющиеся в настоящий момент знания заменяют и вытесняют все знания прошлого. Допускается, что будущие знания в свою очередь сведут на нет настоящие, но в данный момент они наиболее достоверны. Все использовавшиеся ранее знания поглощаются современными знаниями, отброшены лишь ошибки, порожденные неведением. Короче говоря, выражаясь словами Г. Форда, «история—это чепуха».

К счастью, все большее количество ученых в наше время начинают осознавать последствия такого пренебрежительного отношения к истории и вместе с тем, что неизбежно, последствия пренебрежительного отношения и к осмысленной оценке места науки в обществе. Только такое знание истории может предохранить ученых—ради того престижа, которым они пользуются,—от роли слепых и беспомощных пешек в великой современной драме использования и злоупотребления наукой. Верно, что в недавнем прошлом ученые и народ в большинстве своем продолжали преспокойно пребывать в удобной для себя вере в то, что применение науки само собой приведет к устойчивому улучшению благосостояния человечества. Эта идея не очень стара. Она была революционной и опасной мыслью во времена Роджера Бэкона (стр. 182), и впервые, спустя 300 лет, ее отстаивал Фрэнсис Бэкон (стр. 241 и далее). Лишь значительные и прогрессивные изменения в науке и производстве, вызванные промышленной революцией в Викторианскую эпоху, сделали эту идею прогресса надежной и прочной истиной, почти банальностью. Теперь, конечно, не так, в эти трудные и беспокойные дни, когда сила, которую может предоставить наука, кажется скорее непосредственно способной смести с лица земли цивилизацию и даже самую жизнь, чем гарантировать непрерывный прогресс мирных ремесел. Впрочем, и здесь закралось сомнение, и некоторые неомальтузианцы боятся, что даже излечимая болезнь опасна на перенаселенной планете (стр. 518).

В хорошем или в плохом смысле, но значение науки в наши дни не нуждается в подчеркивании, и именно ввиду такого ее значения оно требует понимания. Наука является средством, благодаря которому производится быстрое переустройство всей нашей цивилизации. А наука растет теперь не как в прошлом—постепенно и незаметно,—но очень быстро, путем скачков, что видно всякому. Структура нашей цивилизации на протяжении жизни даже нашего поколения очень сильно изменилась и с каждым годом продолжает изменяться все быстрее и быстрее. Для того чтобы понять, как это происходит, недостаточно знать, что делает наука в наше время. Необходимо также знать, как она стала тем, чем она является сейчас, как влияла на науку в прошлом смена форм общественного устройства и как она в свою очередь способствовала формированию их.

Некоторые из все возрастающего влияния науки на нашу жизнь делают выводы, что сами ученые действительно контролируют механизм цивилизации, а поэтому несут огромную прямую ответственность за бедствия и несчастья нашего времени. Большинство из тех, кто действительно работает в науке, достаточно хорошо знает, как далеко это убеждение от истины. Использование результатов труда ученых почти совершенно им не подвластно. Следовательно, ответственность ученых за ее использование остается чисто моральной. Но даже и этой ответственности по традиции, сложившейся в науке, обычно избегают, превознося беспристрастные поиски истины независимо от любых возможных

результатов. Этот удобный предлог для избежания ответственности, как мы увидим (стр. 379), был достаточно хорош до тех пор, пока общий социальный прогресс, главным образом благодаря науке, казался обычным явлением. Тогда ученый вполне резонно мог считать свои устремления совпадающими с текущими экономическими и политическими тенденциями и быть вполне довольным тем, что ему предоставлена возможность самостоятельно следовать по свободно избранному им пути. Но перед лицом все возрастающих потребностей, нищеты и страха во всем мире и в условиях такого положения, при котором наука все более непосредственно вовлекается в весьма неприятные сферы подготовки войны, эта позиция начинает трещать по всем швам. В современном мире ученым трудно избежать моральной ответственности.

Противоположное заключается не в уклонении ученых от ответственности, а в более сознательной и активной ответственности перед обществом, когда, с одной стороны, наука сможет внести определенный вклад в планирование промышленности, сельского хозяйства и медицины, в результате чего работа ученого может получить полное одобрение общества, и, с другой стороны, наука сможет достичь такого распространения и подвергнуться такому преобразованию, что станет для всех неотъемлемой частью жизни и работы.

Превращение науки из безответственной перед обществом в науку, ответственную перед ним, только начинается. Его природа и направленность еще полностью не определены. Это одна, хотя и жизненно важная сторона социального превращения экономики, стимулируемой индивидуальным обогащением, в экономику, направленную на достижение всеобщего благосостояния. Этот процесс становится одним из наиболее важных преобразований, происшедших за всю историю человечества, и поэтому он имеет огромное значение, в силу чего следует всесторонне рассмотреть и правильно понять его развитие, ибо он таит в себе как большие опасности, так и неограниченные возможности. Необходимо наилучшим способом провести это преобразование и обеспечить разумное использование науки на каждой стадии ее развития, что является наиболее веским аргументом в пользу изучения отношений между наукой и обществом в прошлом, так как только путем такого изучения данное отношение может быть соответствующим образом понято.

Аспекты науки

Прежде чем приступить к исследованию взаимоотношений между наукой и обществом, необходимо сказать несколько слов о значении и предмете самой науки. Конечно, сейчас может показаться более естественным и удобным начать с определения науки. Профессор Дингл в своей пространной рецензии¹⁻²⁴ на мою книгу «Общественные функции науки» требует, чтобы это было сделано. Он считает, что автор должен начать «с установления того, что представляет собой это явление, и возможно более точного описания его самого, отвлекаясь от каких-либо его функций, которыми оно может обладать, или каких-либо отношений, которые оно может иметь с другим явлением, а затем автор должен приступить к рассмотрению вопроса о роли, которую оно играет или может сыграть в жизни общества».

Накопившиеся у меня опыт и знания убеждают меня в бесполезности и бесплодности такого порядка исследования. Наука так стара, на протяжении своей истории она претерпела столько изменений и каждое ее положение настолько связано с другими аспектами общественной деятельности, что любая попытка дать определение науки, а таких имеется немало, может выразить более или менее точно лишь один из ее аспектов, и часто второстепенный, существовавший в какой-то период ее развития. Эйнштейн по-своему выразил это положение:

«Наука как нечто существующее и завершенное является чем-то наиболее объективным из известного человеку. Но в своей деятельности как дель, к которой мы стремимся, наука так же субъективна и психологически обусловлена,

как и любая другая область человеческих устремлений, причем настолько субъективна, что на вопрос «какова цель и значение науки?» в различные времена и от разных людей мы получаем совершенно различные ответы»¹⁻²⁶.

К человеческой деятельности, являющейся лишь неотъемлемой стороной единственного и неповторимого процесса социальной эволюции, принцип дефиниции, строго говоря, неприменим.

Наука больше какого-либо другого рода человеческой деятельности по своей природе изменчива. К тому же она, как одно из последних достижений человечества, изменяется наиболее быстро. Кроме того, она не существовала обособленно в течение длительного периода времени. На заре цивилизации она была лишь одним из аспектов деятельности магов, поваров или кузнецов. И только в XVII веке она начала достигать независимого положения; да эта независимость сама по себе, возможно, тоже является лишь временной фазой. В будущем, вероятно, будет так, что научные знания и метод настолько проникнут во все отрасли общественной жизни, что наука снова не будет существовать обособленно, так что дать определение науки, по существу, невозможно, и поэтому единственным способом выражения того, что рассматривается в данной книге как наука, должно быть пространное и развернутое описание. Это будет задачей последующих глав, а здесь—в качестве ключа к более детальному рассмотрению—делается попытка в нескольких словах проанализировать основные аспекты, в которых проявляется наука в современном мире.

Наука может рассматриваться: (1.1) как институт, (1.2) как метод, (1.3) как накопление традиций знаний, (1.4) как важный фактор поддержания и развития производства и (1.5) как один из наиболее сильных факторов, формирующих убеждения и отношения к миру и человеку. В разделе 1.6 рассматривается взаимодействие науки и общества. Перечисляя эти различные аспекты науки, я не хочу сказать, будто бы существует несколько различных «наук». При любом понимании столь широкий охват по времени, связи и категории множественных аспектов и отношений должен быть правилом. Слова «наука» или «научный» имеют целый ряд различных значений в зависимости от контекста, в котором они употребляются. Профессор Дингл взял на себя труд перечислить десять таких значений, взятых из моей книги. В одном случае цитированное им слово «наука» сопоставляется со словом «техника»—делом порядка практического применения, в другом случае научный метод как средство проверки сопоставляется с интуитивным признанием открытия. Все эти значения—важные употребления слова «наука», но, для того чтобы извлечь из них полное значение этого слова, их необходимо увязать в общей картине развития науки. Что касается аспектов науки, перечисленных выше, то аспекты науки как института и как фактора в производстве почти исключительно относятся к современному периоду. Метод науки и его влияние на убеждения относятся к эпохе древней Греции, если не раньше. Традиции знания, передаваемые от родителей к детям, от мастера к подмастерью, являются самыми непосредственными источниками науки, существующими с самых ранних веков жизни человека и задолго до того, как науку смогли считать институтом или мог развиваться метод, отличный от здравого смысла и традиционного учения.

1.1. НАУКА КАК ИНСТИТУТ

То, что наука является институтом, в котором десятки и даже сотни тысяч людей нашли свою профессию,—результат очень недавнего развития. Только в XX веке профессия ученого становится сравнимой по значению с более старыми профессиями церковников и законников. Эта профессия признается также чем-то отличным, хотя и сродным, от тех профессий медиков и техников, которые становятся менее зависимыми от традиций и все более проникаются наукой. Ее крепнущий союз со специальными профессиями имеет тенденцию

все больше отделить науку от обычных занятий, распространенных в обществе. В последующих главах мы будем еще много говорить о происхождении этого отделения науки и о его зависимости от экономических ее функций. Здесь достаточно обратить внимание на тот факт, что оно наиболее характерно выражено в капиталистических странах. В настоящее время многим людям независимо от их специальности наука представляется родом деятельности, осуществляемой определенными людьми—учеными. Само по себе слово «наука» («science») не очень древнего происхождения. Ввел впервые употребил слово «ученый» («scientist») в 1840 году в своей «Философии индуктивных наук». «Нам крайне нужно подобрать название для описания занимающегося наукой вообще. Я склонен называть его Ученым». В нашем представлении эти люди разобщены: одни из них работают в скрытых и недоступных лабораториях со странными аппаратами, другие занимаются сложными вычислениями и доказательствами, и все они пользуются языком, понятным лишь их коллегам. Такое отношение действительно имеет некоторое оправдание: хотя наука и развивается, все больше влияя на нашу повседневную жизнь, она не становится от этого более понятной. Действительные практики, работавшие в различных отраслях науки, с течением времени входили—большей частью незаметно—в сферы, где они считали необходимым создание специального языка для обозначения новых открытых ими вещей и отношений и большей частью не беспокоились о переводе даже наиболее интересной части их работы на обычный язык. Наука уже приобрела столь много черт, характерных для исключительных свободных профессий, включая такие свободные профессии, которые требуют длительной практики и серьезного обучения, что, как общепризнано, гораздо легче распознать ученого, чем познать, что такое наука. Действительно, легко определить науку как *то, что делают ученые*.

Институт науки как коллективное и организованное целое существует недавно, но он обладает особыми экономическими чертами, имевшими место еще в период, когда наука развивалась усилиями отдельных людей (стр. 228). Однако наука отличается в общем от всех других свободных профессий тем, что научная практика не приносит непосредственной экономической выгоды. Юрист может выступать с защитой или выносить приговор, врач может лечить, священник может обвенчать или принести духовное утешение, инженер может спроектировать мост или стиральную машину—за все это люди готовы платить немедленно. Они являются *свободными* профессиями в том смысле, что могут предложить то, что может быть реализовано на рынке. Те или иные продукты науки вне определенного непосредственного применения не подлежат продаже, хотя в совокупности и в относительно короткий срок, воплотившись в технику и промышленность, они могут принести больше нового богатства, чем все другие свободные профессии, вместе взятые. В результате проблема добывания средств к жизни всегда была основным занятием ученого, и трудность разрешения этой проблемы в прошлом была основной причиной, задерживавшей развитие науки, и все еще задерживает его сегодня, хотя и в значительно меньшей степени (стр. 676).

В ранние периоды наука была большей частью побочным или досужим занятием богатых и незанятых людей или же зажиточных представителей более старых свободных профессий. Профессиональный придворный астролог часто, если не обязательно, был и придворным врачом (стр. 162). Это неизбежно делало науку фактической монополией высших или средних классов. В конечном счете как задачи ученого, так и оплата его труда исходят из социальных институтов и традиций, включая приобретающий с течением времени все большее значение институт самой науки. Это не обязательно означает унижение науки. Социальная направленность науки, по крайней мере вплоть до недавнего курса на ее милитаризацию, была общей и ненавязчивой и могла оказать действительную помощь изобретательным умам, заставляя их сосредоточивать свое внимание на узловых проблемах текущей практики. Так,

например, как мы увидим (стр. 262), поиски долготы были плодотворным социальным направлением в физике и астрономии XVII и XVIII веков, так же как и поиски антибиотиков в XX веке.

Действительное унижение науки—это разрушение и извращение, возникающие в обществе, в котором ценность науки определяется тем, как она может пополнить частную прибыль и средства уничтожения (стр. 446 и далее). Однако вовсе не противоестественно судят те ученые, которые усматривают в этих извращающих науку целях единственную причину, в силу которой общество, где они живут, поддерживает науку, и они не могут представить себе никакого другого общества, сильно и искренне ощущая, что вся эта социальная направленность науки является неизбежным злом. Они жаждут возврата к идеальному положению, которого в действительности никогда не существовало, где наука преследовала бы исключительно свои собственные цели. Даже данное Дж. Х. Харди определение чистой математики, гласящее: «Этот предмет практически бесполезен, то есть он, так сказать, не может быть использован для содействия непосредственному уничтожению человеческой жизни или для подчеркивания существования в настоящее время неравенства в распределении богатств»,—опровергается событиями. Оба эти результата вытекали из обследований, проводившихся в ходе последней войны и после ее окончания. Действительно, отдельный ученый всегда вынужден был работать в тесной связи с тремя другими группами людей: своими хозяевами, своими коллегами и своей аудиторией.

В функции хозяина, будь то богатый человек, университет, корпорация или государственное учреждение, входит обеспечение ученых деньгами, на которые они должны жить и которые дают им возможность вести свою работу. Хозяин в свою очередь захочет кое-что сказать и о том, что действительно делается, особенно если его конечной целью является получение коммерческой выгоды или военный успех. Это, очевидно, будет проявляться в меньшей степени лишь в том случае, если он действует, исходя из чистой благотворительности или же с целью поддержания престижа или рекламы; в таком случае он хочет иметь результаты, достаточно эффективные и не слишком беспокоящие.

В социалистическом обществе функции хозяина выполняются органами народного правительства на всех уровнях—от фабрики или сельской лаборатории до институтов Академии наук—и в этом процессе претерпевают радикальные изменения. Так как такое правительство может и действительно необходимо должно придерживаться дальновидных взглядов, работа ученых считается, по существу, ценной. Их работа поддерживается и продвигается благодаря тому, что они финансируются из общегосударственных и местных бюджетов в первую очередь. От ученых же ожидается понимание своей ответственности перед обществом, которая заключается в их сотрудничестве при планировании лучшего общества и такой организации их работы, которая даст наилучшие результаты как в перспективе, так и в ближайшее время.

В общем ученый вынужден «продавать» свой проект хозяину, но мало вероятно, что он сделает это, если он не сможет рассчитывать хотя бы на молчаливую поддержку некоторых его коллег ученых, через различные институты и общества, к которым они относятся. Эти организации должны поддерживать интеллектуальный уровень науки, но, за исключением тех стран, где наука развивается по плану, они не проявляют и не могут проявить большой инициативы в определении ни тех областей науки, которые должны быть изучены, ни масштаба работ, которые должны проводиться в этих областях.

В конечном счете это люди, которым принадлежит решающее слово в определении значения и ценности науки. Там, где наука является тайной в руках избранного меньшинства, она неизбежно связана с участием в прибылях правящих классов и оторвана от понимания и вдохновения, исходящего из нужд и способностей людей. Епископ Спрэт в своей «Истории королевского общества» (1667) задается следующим вопросом: Почему «науки человеческих

мозгов значительно больше подвержены порче такими превратностями, чем *произведения человеческих рук?*» Он заключает, что такая порча происходит потому, что они «изгнаны самими философами за пределы этого мира... Если принять во внимание, что это делалось прежде всего для того, чтобы больше вести речь о чувствах и оказать обычную помощь во всех случаях человеческой жизни, то, без сомнения, наука должна была бы мыслиться необходимой в целях сохранения в наиболее *деятельные и невежественные* времена. Она должна была избежать неистовства варваров, так же как избегали его умение *пахать, возделывать сады, готовить пищу, выплавлять железо и сталь, ловить рыбу, плавать по морю* и многие другие, также необходимые ремесла».

Если к этому добавить, что на последних стадиях развития капитализма наука используется для интенсификации ручного труда, чтобы создать безработицу и развязать войну, то станет понятным, что рост подозрительности и враждебности по отношению к науке со стороны рабочих будет неизбежен (стр. 309). Наука, развивающаяся по такому пути, является ограниченной наукой, даже почти полунатурой, по сравнению с ее потенциальными возможностями, когда она является понятной и ценной частью истинно народного движения.

Любое полное представление о науке как об институте может прийти лишь после того, как будут изучены истоки, ее существовавшие в более ранних институтах. Необходимо изучить изменения, которые претерпевала наука, в особенности за последние годы, и показать, как она в качестве института взаимодействует с другими институтами и с общей деятельностью общества.

1.2. МЕТОДЫ НАУКИ

Институт науки—общественное явление, организация людей, связанных между собой определенными объединяющими их отношениями для выполнения определенных задач в обществе. Метод науки, наоборот, абстрагируется от этих явлений. Существует опасность рассматривать этот метод как одну из идеальных платоновских форм, как будто есть единственный правильный путь нахождения истины о природе и человеке, и задача ученых состоит лишь в том, чтобы найти этот путь и следовать ему. Такая самодовлеющая концепция опровергается всей историей науки с ее постоянным развитием множества новых методов. Метод науки—это не нечто установленное, а развивающийся процесс. Также нельзя его рассматривать вне тесных связей с общественным характером науки и особенно ее положением в классовом обществе. Следовательно, научный метод, подобно самой науке, не поддается определению. Он состоит из ряда открытых в прошлом как умственных, так и физических операций, которые вели к формулированию, нахождению, проверке и использованию ответов на общие вопросы и которые заслуживают постановки и могут быть разрешены на той или иной ступени развития общества. В далеком прошлом можно было получить полезные ответы на вопросы, главным образом из области математических наук, таких, как астрономия и физика. Во всех других областях науки были достигнуты лишь частичные результаты, найденные с помощью опыта и обусловленные их технической полезностью. Позднее научный метод начинает применяться и видоизменяться в области химии и биологии, а сейчас, в наше время, мы только начинаем учиться применению его к общественным проблемам.

В настоящее время изучение научного метода идет гораздо медленнее, чем развитие самой науки. Ученые сначала находят что-то, а затем уже—как правило, безрезультатно—размышляют о способах, которыми это было открыто. К несчастью, большинство книг о методах науки написано людьми, которые при всей их философской или даже математической подготовке не являются учеными-экспериментаторами и, строго говоря, не знают того, о чем они толкуют (стр. 408 и далее).

Наблюдение и опыт

Методы, используемые учеными-практиками, развиваются из разделения методов, используемых в повседневной жизни, в частности в ручных ремеслах. Вначале вы взглянете на работу, а затем испробуете что-нибудь и увидите, будет ли это действовать. Если говорить на более ученом языке, мы начинаем с *наблюдений* и сопровождаем их *опытом*. Ныне всякий, будь он ученый или нет, наблюдает; но важно, что наблюдать и как наблюдать. Именно в этом ученый отличается от мастерового. Мастеровой человек наблюдает для того, чтобы превратить через посредство своего собственного опыта и чувства то, что видит, в некое новое и *осязаемое создание*. Ученый же наблюдает для того, чтобы открыть вещи и отношения по мере возможности не зависящие от его чувств. Это вовсе не означает, что его деятельность не должна иметь сознательной направленности. Напротив, как показывает история науки, какая-то целевая и часто практическая направленность является едва ли не существенной необходимостью для открытия чего-либо нового. Это означает, что для достижения своей цели в этом бесчувственном мире, глухом даже к наиболее ярким эмоциям, желание должно быть подчинено факту и закону.

Классификация и измерение

Из простого наблюдения со временем возникли два технических приема: *классификация* и *измерение*. Оба они, конечно, гораздо старше осознанной науки, а в настоящее время они употребляются совершенно иным образом. Классификация сама по себе становится первым шагом на пути к пониманию новых групп явлений. Их надо упорядочить, прежде чем можно будет с ними что-то сделать. Измерение является всего-навсего дальнейшей стадией такого упорядочения. Счет—это упорядочение одной совокупности по отношению к другой, в конечном счете по отношению к пальцам. Измерение—это подсчет количества стандартных совокупностей, соотносимый с количеством того, что надо взвесить или измерить. Именно измерение связывает науку с математикой, с одной стороны, и с торговой и технической практикой—с другой. Именно благодаря измерению числа и формы проникли в науку, и также с помощью измерения возможно точно установить, что надо сделать для воспроизведения данных условий и достижения желаемого результата (стр. 74, 104.).

Именно здесь вырисовывается активная сторона науки—то, что характеризуется словом «эксперимент». Слово «эксперимент» в конечном счете означает лишь «опыт», «пробу» («trial»), и ранние эксперименты действительно были широкими (full-scale) опытами. Раз уже было введено измерение, то стало возможным не только точно воспроизводить такие опыты, но и предпринять кое-какие смелые шаги для проведения их в миниатюре (small-scale). Именно миниатюрные опыты-образцы являются существенной отличительной особенностью современной науки. В миниатюре можно провести значительно большее количество опытов, и обходится это значительно дешевле. Больше того, благодаря использованию математики многие миниатюрные эксперименты могут дать гораздо более ценные результаты, чем один-два сложных и дорогостоящих широких опыта. Все эксперименты сводятся к двум весьма простым операциям: разъединению и воссоединению, или, выражаясь научным языком, *анализу* и *синтезу*. До тех пор, пока вы не сможете расчленишь вещь или процесс, вы ничего не сможете с ним сделать, кроме наблюдения его как нераздельного целого. До тех пор, пока вы не сможете воссоединить отдельные части и возродить вещь в целом действующей, у вас не будет возможности убедиться в том, внедрили ли вы что-то новое или же что-либо упустили в своем анализе.

Аппаратура

Для того чтобы производить эти операции, ученые с течением веков работали целый комплекс своих материальных орудий—научную *аппаратуру*.

Сейчас эта аппаратура уже не является чем-то таинственным. Она представляет собой всего-навсего орудия, взятые из повседневной жизни и применяемые для сугубо специальных целей. Тигель—это просто горшок, пинцет—это обычные щипцы. И наоборот, научная аппаратура часто возвращается в повседневную жизнь в виде полезных приборов или принадлежностей. Например, еще совсем недавно современные телевизоры были катодными трубками—деталью чисто научной аппаратуры, изобретенной для измерения массы электрона. Научная аппаратура выполняет две основные функции: в качестве научных приборов, таких, как телескопы и микрофоны, она употребляется для расширения и уточнения нашего сенсорного восприятия мира; в качестве научных орудий, таких, как микроманипуляторы, дистилляторы или инкубаторы, она может быть использована контролируемым путем для расширения наших моторных операций с окружающими нас вещами.

Законы, гипотезы и теории

Из результатов экспериментов или скорее из совокупности действий и наблюдений, являющихся основой экспериментов, возникает весь остов научного познания. Но этот остов не является простым перечнем таких результатов. Если бы это было так, то наука вскоре стала бы столь же громоздкой и трудной для понимания, как и природа, из которой она исходит. Прежде чем результаты экспериментов могут стать сколько-нибудь полезными, а во многих случаях и даже до их получения, необходимо увязать их, так сказать, в узел, сгруппировать, соотнести друг с другом, что является функцией логической части науки. Научные аргументы, использование математических символов и формул, а на более ранних ступенях просто употребление названий привело к непрерывному процессу создания более или менее стройного здания научных законов, принципов, гипотез и теорий. Но это еще не конец—именно с этого наука постоянно начинается, ибо из подобных гипотез и теорий вытекает практическое применение науки. Если, в свою очередь, то или иное практическое приспособление работает—а еще чаще, если оно не работает,—это порождает новые наблюдения, новые эксперименты и новые теории. Эксперимент, толкование, применение—все они движутся вперед совместно и составляют эффективный живой и общественный остов науки.

Научный язык

В процессе наблюдения, эксперимента и логического толкования возник научный язык или даже языки, которые с течением времени стали так же необходимы для нас, как материальная аппаратура. Подобно аппаратуре, эти языки не являются, по существу, инородными, а возникли из обиходного языка и часто возвращаются в него. Слово «*cycle*» («круг») было когда-то «*kuklos*»—«колесо», но в течение многих веков оно существовало как абстрактный термин для обозначения повторяющихся явлений до тех пор, пока не возвратилось в повседневную жизнь как «*bicycle*» («двухколесный велосипед»). Большим удобством было использование обычных слов из забытых греческого и латинского языков во избежание путаницы со словами, одинаковыми по значению. Греческие ученые испытывали большие неудобства из-за отсутствия таких слов в греческом языке. Они должны были выражаться описательным образом на примитивном языке—говорить о подчелюстной железе, как о «железудевидных опухолях под челюстью». Но хотя такая практика и помогла ученым высказываться более ясно и кратко, она была неудобна тем, что надо было создавать несколько специальных языков или жаргонов, благодаря которым в действительности, и подчас умышленно, наука отгораживалась от простого человека. Однако нет никакой необходимости в таком барьере. Научный язык приносит слишком большую пользу, чтобы отказаться от него, но он может и будет проникать в обычную речь, когда научные идеи станут столь же знакомыми помощниками в повседневной жизни, какими являются сейчас научные бытовые новинки.

Стратегия науки

Вышеизложенное рассмотрение вопроса о научном методе ограничивается тем, что можно назвать *тактикой* научного прогресса. Это, прежде всего, такой метод решения проблем, когда имеется основание быть уверенным в том, что решение удовлетворительно. Но одного этого совершенно недостаточно для объяснения прогресса в науке в целом в течение длительного периода времени. Для создания полной картины необходимо еще кое-что сказать о том, что соответствует *стратегии* науки. Ясно, что нет абсолютной необходимости в существовании сознательной стратегии в науке для ее дальнейшего прогресса, и, действительно, прежде ее развитие, конечно, не направлялось некими преднамеренными далекими целями. Тем не менее, как мы увидим дальше, путь прогресса в науке ни в коем случае не был произвольным, и все время что-то, подобное стратегии, должно было действовать большей частью бессознательно, но иногда также и сознательно.

Существенная особенность стратегии открытия заключается в определении последовательности выбора проблем для решения. Действительно, гораздо труднее увидеть проблему, чем найти ее решение. Для первого требуется воображение, а для второго только умение. В этом заключается смысл определения Козамби науки как *осознания необходимости*. В самом деле, общий прогресс в науке происходит в порядке последовательного решения проблем, поставленных прежде всего действительной экономической необходимостью и только во вторую очередь выдвинутых более ранними научными идеями. В любое время обычно существует ряд настоятельных проблем, подобно необходимости удвоения объема дельфийского алтаря, имеющего кубическую форму, которое привело к извлечению кубического корня, или нахождения долготы, приведшее к открытию законов Ньютона, или же лечения болезни шелкопряда во Франции, которое помогло Пастеру прийти к мысли о микробной теории заболевания. В науке существует опасность ограничения количества признанных классических проблем. Усилия поколений ученых сосредоточены на решении и дальнейшей разработке таких проблем.

Именно такая тенденция в течение длительных периодов истории науки удерживает ее в узких пределах. И лишь вырвавшись из этих пределов и обнаружив новые проблемы во внешней жизни, наука захватывает новые области. Некоторые из величайших ученых прошлого, такие, как Ньютон, Дарвин и Фарадей, ставили перед собой задачу найти и решить проблемы в соответствии со своим собственным планом. Так, например, Фарадей^{5.32} в самом начале своей деятельности поставил перед собой общую проблему—выявить связи между отдельными силами физической природы (светом, теплотой, электричеством и магнетизмом) и, рассматривая их попарно, почти полностью выполнил этот план (стр. 340).

Теперь мы начинаем понимать: все, что может быть сознательно сделано, хотя бы в миниатюре, такими великими личностями, является важной частью науки, и мы считаем теперь возможным сознательно планировать науку на коллективной, а не на сугубо индивидуальной основе. Здесь встает более широкая проблема необходимости урегулировать и объединить вопросы, выдвигаемые, с одной стороны, социальными и экономическими потребностями, с другой—присущим науке ходом развития. Однако такое сознательное планирование науки ввиду даваемых им преимуществ в области научных открытий и использования результатов ее развития повлечет за собой гораздо больший контроль над экономической жизнью страны, чем это имеет место за пределами социалистических стран. Тем не менее эти преимущества, в конечном счете, настолько велики, что ни одна нация не в состоянии существовать в мире без положительного и планового использования науки. Следовательно, прогресс в науке и все возрастающее ее использование в общественной жизни в будущем, вероятно, пойдут гораздо более рациональным и менее случайным путем, чем в прошлом.

С точки зрения исторических перспектив наука характеризуется сознательной разработкой эксперимента, обусловленного деятельностью сенсорных и моторных органов чувств человека. Она расширяет—сознательно и общественно—бессознательный процесс познания, присущий всем высшим животным. Животное может познавать с помощью опыта, человек, используя науку, идет дальше этого и ставит опыты, чтобы познавать. В этом же смысле сам по себе научный метод, с его систематизированными процессами сравнения, классификации, обобщения, гипотез и теорий, является расширением механизма мозга, который у высших млекопитающих уже развит настолько, что он способен ориентироваться при очень сложных обстоятельствах, например на охоте. Однако существенная разница между такими действиями животных и достижениями человеческой науки состоит в том, что последние—не столько индивидуальные, сколько общественные достижения. Они возникают из совместных усилий в *труде* и координируются с помощью *языка*.

Наука и искусство

Расширение физических способностей человека с помощью науки не является больше, как у животных, длительным, почти автоматическим эволюционным процессом. Оно возникает как необходимый коррелят общественных преобразований и характеризуется такой же внутренней борьбой и конфликтами между последовательно возникающими классами. Памятуя о неотделимости науки от общества, тем не менее может быть даже полезно абстрагироваться еще больше и рассмотреть особенности, которые отличают науку от других сторон общественной деятельности человека, вроде тех, что присущи искусству или религии. Главное основание для отличия научной стороны общественной деятельности от прочих заключается в том, что она прежде всего касается вопроса о том, *как* делать вещи, относится к вершине данной массы знания фактов и действий и возникает в первую очередь и главным образом из понимания, контроля и преобразования средств производства, то есть техники, обеспечивающей потребности человека.

Первое из этих различий может быть выражено словесно: научный способ расширения способностей человека является *указывающим*—он может показать людям, как сделать то, что они хотят сделать. Сам по себе *научный способ* не пытается внушить людям желание сделать ту или иную вещь. Это скорее относится к задачам *художественного способа*, который также носит общественный характер и одной из функций которого является в первую очередь вызывать желание, а затем и стремление к специфическому действию^{1,2; 1.46}. Эти способы дополняют друг друга и ни в науке, ни в искусстве не существуют совершенно обособленно. Ни один из них не исчерпывает значения искусства или науки для человека. Кроме этих способов, всем формам достижений человечества присуще свойство доставлять наслаждение созерцанием и даже больше—созданием новых сочетаний слов, звуков или цветов или же открытием соединений, уже существующих в природе. Такое наслаждение, хотя и испытывается прежде всего индивидуально, ни в коей мере не является индивидуальным чувством.

Подобно интересу к способам расширения способности человека, созерцательный акт также имеет общественное происхождение и в равной степени является социальным, как об этом свидетельствует одинаково сильное у художника и ученого желание объединить их.

Каждый научный труд имеет цель и порождает новую цель, но эта цель не является специфически научным аспектом этого труда, так же как научный труд ценится не красотой и доставляемым наслаждением. С чисто научной точки зрения такой труд является рецептом—он говорит вам, как создать определенные вещи, если вы хотите их сделать. С другой стороны, производство искусства не является чем-то, что только возбуждает и доставляет удовольствие. Сами по себе произведения искусства заключают в себе бесценную

информацию о мире и о том, как в нем жить, в особенности когда, как в романе, они имеют дело с социальными проблемами.

При такой абстрактной характеристике науки всегда имеется опасность, что абстрактное может быть принято за идеал, то есть за то, чем должна быть наука, если только удастся устранить все несущественные аспекты общественной морали или выгоды. В действительности идеал чистой науки—поиски истины ради нее самой—является сознательным формулированием общественной позиции, которая во многом была помехой развитию науки и помогала передаче ее в руки обскурантов и реакционеров (стр. 114). Необходимо всегда помнить, что наука является полноценной лишь в том случае, если она является указывающей. Наука—не предмет чистого мышления, а предмет мышления, постоянно вовлекаемого в практику и постоянно подкрепляемого практикой (стр. 654 и далее). Вот почему наука не может изучаться в отрыве от техники. В истории науки мы неоднократно увидим новые аспекты в науке, возникающие из практики, и новые достижения в науке, приводящие к образованию новых отраслей в практике. Профессия инженера в наше время в значительной степени непосредственно обусловлена прогрессом науки. В настоящее время само название различных инженерных специальностей—инженеры-электрики, инженеры-химики, инженеры-радиотехники—указывает на то, что первоначально все они являлись различными отраслями науки, а сейчас стали отраслями практики.

Ученый и инженер

То, что инженеры вышли из ученых, постоянно и тесно связаны с ними, не означает, что эти две профессии неразличимы. В действительности функции ученого и инженера совершенно различны. Основное занятие ученого состоит в том, чтобы найти, как сделать вещь, а дело инженера—создать ее. В практическом смысле ответственность инженера гораздо больше, чем ученого. Он не может в такой же степени, как ученый, позволить себе полагаться на абстрактную теорию, он должен основываться на традициях опыта прошлого так же, как проверять новые идеи. В определенных областях инженерного дела наука действительно все еще играет второстепенную роль по отношению к опыту. Хотя современные суда и имеют массу современных научных приборов в своих двигателях и приборах управления, их все еще строят люди, которые опираются на опыт строительства более старых судов, так что можно сказать, что строительство судов, от первой выдолбленной из дерева каноэ до современного лайнера, представляет собой одну непрерывную традицию в технике. Сила технической традиции заключается в том, что она никогда не может развиваться дальше неверными путями—если она действовала прежде, то, вероятно, будет действовать и впредь; ее слабость заключается в том, что она не может, так сказать, сойти с проторенного ею пути. Постоянные и накопленные со временем усовершенствования в технике могут исходить от инженеров, но выдающиеся преобразования происходят лишь в результате вмешательства науки. Как сказал однажды Дж. Дж. Томсон: «Исследование в прикладной науке приводит к реформам, исследование в чистой науке приводит к революции»^{6.58a.199}. В то же время успехи в инженерном деле и даже в большей степени трудности в нем обеспечивают науке постоянное обновление сферы возможностей и круга проблем. Взаимно дополняющие функции науки и инженерного дела диктуют необходимость их изучения, чтобы полностью осознать их влияние на общество.

1.3. НАКОПЛЕНИЕ НАУЧНЫХ ТРАДИЦИЙ

В ходе рассмотрения науки как института и ее особенностей мы недостаточно четко выделили один аспект, отличающий научный и технический прогресс от всех остальных аспектов достижений общества. Этой особенностью

наук является их кумулятивный характер. Методы ученого имели бы небольшую ценность, если бы он не овладел огромными запасами знаний и опыта, накопленного раньше. Вероятно, ни одно из этих положений нельзя считать совершенно точным, но они достаточны для ученых-практиков, которые нашли отправные точки для будущей работы. Наука является развивающимся комплексом знаний, базирующихся на ряде соображений и идей, но еще больше — на опыте и действиях огромного потока мыслителей и тружеников. Одного знания того, что уже известно, недостаточно; чтобы называться ученым, необходимо внести что-то свое в общее дело. Наука в любое время представляет собой общий итог всего того, чего она достигла к этому времени. Но этот итог не статичен. Наука — это нечто большее, чем общий комплекс известных фактов, законов и теорий. Критикуя, часто столько же разрушая, сколько и создавая, наука постоянно открывает новые факты, законы и теории. Тем не менее все сооружение науки никогда не перестает развиваться. Она, если можно так сказать, вечно находится в ремонте, но в то же время всегда используется.

Именно этот кумулятивный характер науки отличает ее от других важнейших институтов человечества, таких, как религия, право, философия и искусство. Разумеется, эти последние имеют более древнюю историю и традиции, чем история и традиции науки, и им уделялось больше внимания, чем науке, но все же они в принципе не являются кумулятивными. Религия имеет дело с сохранением «вечной» истины, в то время как в искусстве имеет значение скорее деятельность индивидуумов, чем школа. Ученый же всегда сознательно старается изменить принятую истину, и его работа очень скоро растворяется, вытесняется и теряет характер индивидуальной деятельности. Не только сами художники, поэты, но и все люди любят, слушают или читают великие произведения искусства, музыки и литературы прошлого в оригинале, в точном воспроизведении или переводе. Благодаря своему непосредственному воздействию на человека они всегда остаются живыми.

И, наоборот, лишь незначительное меньшинство ученых и историков науки и вряд ли кто-либо другой изучает великие исторические труды науки. Результаты этих трудов включаются в современную науку, тогда как их оригиналы хранятся. Именно эти установленные отношения, факты, законы и теории, а не способ их открытия или того, как они были впервые преподнесены, имеют значение для большинства результатов¹⁻¹⁷. Кроме того, существует глубокое различие другого рода между традицией в науках, в частности в естественных науках, и традициями в религии или же в свободных искусствах. Последние являются произвольными в том смысле, что их окончательное мерило — открытие или суждение, переданное нам изустной или письменной традицией. Поскольку они претендуют на рациональное оправдание, это — дело идеалистической логики. С другой стороны, традиции науки, а следовательно, и техники, из которой она выросла, могут быть непосредственно апробированы наблюдениями над материальным миром, которые можно проверить и повторить. Однако каждое достижение в науке, новое или старое, подлежит проверке в любое время на определенных материалах и определенных приборах. Критерий истины в науке, как давно указывал Бэкон (стр. 241), заключается в успехе ее применения в материальном мире, будь то неодушевленный мир, как, например, в физических науках, живые организмы, как в биологических науках, или же человеческие общества, как в общественных науках. И только поскольку они обладают небольшим опытом или вообще не имеют его, постольку они еще не получили статуса истинной науки (стр. 529 и далее). С помощью наук в этом смысле мы обязательно ссылаемся на те части знаний человечества, которые уже в достаточной степени развиты, чтобы использоваться для непосредственного улучшения практики, а не представляют собой только систематическое описание очевидных фактов. Не вызывает сомнения тот факт, что в древней Греции существо-

вали биология и даже социология так же, как и математика и астрономия, но, тогда как двумя последними науками можно было пользоваться при планировании городов и предсказании небесных явлений, первые лишь объясняли образованным людям обычным путем то, что было известно каждому земледельцу, рыбаку или политическому деятелю. Реальное использование достижений научной биологии для нужд медицины возникает лишь в XIX веке, а научная социология только лишь появляется.

Этапы, по которым происходило накопление знаний в науке и технике, будут описаны в последующих главах, хотя и не будут рассматриваться подробно. Это, собственно, входит в задачу истории науки, на роль которой не претендует данная книга, хотя такая критическая история науки, повествующая не только о фактах открытия, но и об их причинах, еще должна быть написана. В данном случае достаточно показать некоторые из основных принципов, которыми руководствовались при построении здания науки.

Тип научного и технического прогресса

История показывает прежде всего определенную последовательность того порядка, в каком наука включала в себя различные области опыта. Порядок приблизительно таков: математика, астрономия, механика, физика, химия, биология, социология. История техники следует в совершенно обратном порядке: общественная организация, охота, домашние животные, сельское хозяйство, гончарные изделия, приготовление пищи, пошив одежды, металлургия, колесницы и мореплавание, архитектура, машины, двигатели. Легко понять, почему это так. Технические приемы должны были впервые возникнуть в связи с непосредственно окружающей человека средой, и только постепенно она стала брать под свой контроль неодушевленные силы. С другой стороны, действительный порядок развития наук не так легко объяснить. Он только частично обусловлен внутренними трудностями. Фактически, как показывает история, науки, изучающие наиболее сложные области природы, такие, как биология и медицина, развились непосредственно из изучения своего предмета при незначительной помощи, а часто даже и при противодействии наук, изучающих более простые области природы, таких, как механика и физика (стр. 261, 361). Последовательность появления наук во времени еще более тесно связана с возможностями наиболее выгодного их использования в интересах правящих и поднимающихся классов различных времен. Составление календаря, которое вначале входило в обязанность жрецов, дало начало астрономии (стр. 75); потребности новой текстильной промышленности—в интересах поднимающихся промышленников XVIII века—дали начало современной химии (стр. 294).

Если мы перейдем от общих путей прогресса в науке к последовательности отдельных открытий, то выявятся определенные общие типы. В любой частной области науки обнаруживается длинная цепь последовательных открытий, таких, как, например, открытие электричества в XVIII веке (стр. 334 и далее) или же атомной физики в XX веке (стр. 400 и далее). Они обычно начинаются и заканчиваются некоторыми выдающимися открытиями, раскрывающими новые линии развития науки. Открытия такого рода чаще всего происходят благодаря объединению научных дисциплин, прежде считавшихся различными, как, например, произошло со случайным открытием Эрстедом влияния электричества на магнит (стр. 339) или же с неожиданным открытием Пастером молекулярной асимметрии, порождаемой живыми организмами (стр. 351), которое связало химию с бактериологией. Из каждого пересечения линий развития этих дисциплин или от решающих открытий в науке обычно отпочковывается две или три новые отрасли науки, каждая из которых может продолжать свое развитие как новая цепь открытий. Таким образом, картина в целом похожа на неопределенно сложное сплетение исследований и открытий, нечто подобное древней перуанской куипу, которая

передавала послания при помощи узлов и веревок, связанных в один сложный узел (стр. 658).

Роль великих людей

Как длинная цепь исследований, так и решающие открытия, порождающие новые отрасли науки, необходимы для научного прогресса, но если первые в большинстве случаев являются плодом применения ряда старательных, но обычных умов, то последние, как правило, ассоциируются с великими людьми науки. Это привело к тому, что сложилось мнение, будто существование науки обусловлено исключительно гениальностью великих людей и, следовательно, наука в значительной степени изолирована от влияния социальных и экономических факторов. Миф о «великих» людях дольше сказывался на истории науки, чем на общественной и политической истории. Многие труды по истории науки фактически представляют собой не более, чем рассказы о великих исследователях (discoverers), которым эпохальные открытия секретов природы приходят в виде каких-то апостольских откровений.

Великие люди действительно оказывают решающее влияние на прогресс науки, но их достижения не могут быть изучены в отрыве от их социальной среды. Когда мы не видим этого, очень часто возникает необходимость объяснить их открытия, прибегая к «ничего не значащим» словам, таким, как «вдохновение» и «гениальность». Великие люди, таким образом, недооцениваются и принижаются теми, кто слишком ограничен или ленив, чтобы понять их. То, что они являются людьми своего времени, подчиненными тем же плодотворным влияниям и страдающими от тех же общественных побуждений, что и другие люди, лишь увеличивает их значение. Чем более велик человек, тем больше пропитывается он духом своего времени; и только таким образом он сможет достаточно широко ухватить нужды времени, чтобы иметь возможность в корне изменить самый тип познания и деятельности.

Ни в одной области культуры и меньше всего в науке великие люди не могут не опираться на работу своих предшественников. Ни одно открытие любой степени эффективности не может быть сделано без подготовительной работы сотен сравнительно незначительных и лишенных воображения ученых. Эти последние собирают, большей частью даже не понимая, что они делают, необходимые данные, на основании которых великие люди могут работать. Отдельные человеческие существа имеют самые разнообразные наклонности. И только немногие, вероятно, внесут свой вклад в науку, хотя в наше время сделать это имеет возможность большее количество людей, чем когда-либо раньше, и гораздо большее количество, вероятно, сделает это в ближайшем будущем. Эти избранные или избирающие себя для научной работы люди, вероятно, отличаются друг от друга почти во всех других особенностях. Такое положение вносит большое разнообразие в науку, но в равной степени необходимо ее единство обуславливается воздействием—сознательным или бессознательным—на нее общества. Именно это социально обусловленное единство науки делает возможным рассматривать ее как совместные усилия людей понять и тем самым установить господство над окружающей средой.

1.4. НАУКА И СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА

Все характеристики науки, данные в предыдущих разделах, могут служить для описания науки как института, как метода, как растущего и все более организованного комплекса экспериментов. Однако сами по себе они не могут объяснить ни основных функций современной науки, ни того, почему наука первоначально возникла как специфический вид общественной деятельности. Объяснение следует искать в той роли, какую играла наука в прошлом и какую она играет в настоящем во всех формах производства. История улуч-

шения средств господства человека над неорганической и органической средой показывает, как это будет кратко изложено в последующих главах, что такое улучшение имеет место в периоды, каждый из которых знаменуется появлением какой-либо новой материальной техники. Даже в настоящее время, когда у нас есть археологическая терминология (впервые предложенная Томсоном в 1836 году, но основывающаяся на традициях классической древности, дошедших до нас от Гесиода и Лукреция), мы описываем эпохи прошлого, прибегая к названиям использовавшихся тогда материалов—каменный век, бронзовый век, железный век (хотя мы и опустили золотой век). Мы дополнили этот перечень веком пара и электричества и сейчас вступили в атомный век.

Однако сами по себе материалы не приносят пользы человеку—он должен научиться придавать им форму. Даже исходные материалы (*madega*—палку—*hule*) надо было отломить от дерева, чтобы сделать дубинку или копье. И именно благодаря отбору и обработке материалов, позволивших использовать их в качестве орудий для удовлетворения основных потребностей человека, возникла сначала техника, а затем наука. Техника—это индивидуально приобретенный и общественно закрепленный способ изготовления чего-либо; наука—это способ понимания того, как это изготовить, с тем чтобы изготовить лучше.

Когда мы перейдем к более подробному рассмотрению в последующих главах первого появления отдельных наук и стадий их развития, постепенно будет становиться более понятным, что они развивались и росли только тогда, когда находились в живом и тесном контакте с механизмом производства.

История науки отличается неравномерностью: огромные вспышки активности сменяются длительными периодами застоя, продолжающимися до новой вспышки, часто уже в другой стране. Но место и время усиления научной активности никогда не бывает случайным. Мы видим, что периоды расцвета науки обычно совпадают с периодами усиления экономической активности и технического прогресса. Из Египта и Месопотамии наука перешла в Грецию, из мусульманской Испании—в Италию эпохи Возрождения, оттуда—в Нидерланды и Францию, а затем—в Шотландию и Англию времен промышленной революции: она перешла туда, где сосредоточивались торговля и промышленность. В ранние периоды своего развития наука следовала за промышленностью; теперь она имеет тенденцию догнать ее и руководить ею, поскольку место науки в производстве стало совершенно понятным. Наука начала с изучения колеса и горшка, а создала она паровую и динамомашину (стр. 322 и далее, 343 и далее).

В промежутках между вспышками активности наступают периоды затишья, иногда периоды вырождения, как было в Египте в эпоху последних династий фараонов, или же в последние годы классической эпохи, или в самом начале XVIII века. Как мы увидим, этим периодам соответствуют периоды застоя и упадка в организации общества, причем производство следовало традиции, а всякое участие в нем считалось недостойным образованных людей.

Рассмотрение тесной связи между наукой и изменениями в технике само по себе не объясняет происхождения и развития науки; нам, кроме того, нужно знать социальные факторы, определяющие сами изменения в технике. Зависимость технических факторов от общества достаточно очевидна. Технический уровень производства в любое время ограничивает возможные формы общественной организации. Было бы бесполезным искать большое национальное государство в период каменного века, когда собирательство и охота ограничивали действующую общественную ячейку несколькими сотнями людей, бродившими по обширной территории. Современная городская цивилизация также не могла возникнуть до тех пор, пока сочетание усовершенствований в сельском хозяйстве и в промышленности сделало возможным содержание большинства населения в отрыве от земли (стр. 291).

Тем не менее изменения в технике не так просто определяются общественной организацией. Было бы неправильным предполагать, что человечество в прошлом действовало как одно мыслящее целое, постоянно ищущее использования существующих средств для обеспечения лучшей жизни всем людям и постоянно изыскивающее лучшие средства для распространения власти человека над природой. Как будет показано в последующих главах, в действительности на протяжении большей части истории человечества усовершенствования в технике возникали главным образом под влиянием возможности получения непосредственной выгоды, которую они приносили определенным людям или классам, часто в ущерб другим, а иногда и для их уничтожения, как, например, во время войн—этого вечного источника изобретательности. В конечном счете формы общества зависят от отношений людей в процессе производства и распределения продуктов—отношений, почти всегда предусматривающих неоправданное господство богатых над бедными, а иногда и прямое принуждение, как было в эпоху рабства.

Как будет показано в главе 12, именно эти *производственные отношения*, зависящие от технических *средств производства*, обуславливают необходимость изменений в самих средствах производства, и это вызывает рост науки (стр. 559 и далее). Когда происходят быстрые изменения производственных отношений, а также когда новый класс приходит к власти, тогда имеет место определенное стремление к усовершенствованиям в производстве, которые увеличат богатство и мощь этого класса, а наука в это время в большом почете. Когда же такой класс утвердился и еще достаточно силен, чтобы предотвратить появление нового соперника, возникает заинтересованность в сохранении существующего порядка, и тогда техника становится традиционной, а наука пребывает в загоне. Такая упрощенная картина, конечно, сама по себе недостаточна для подробного объяснения роста науки. Для того чтобы вскрыть причину роста науки в данном месте и в определенный период, требуется гораздо более детальное изучение, примеры которого можно найти в последующих главах и то в общих чертах. Также необходимо выявить взаимодействие между материальными факторами—пригодностью таких товаров, как дерево или уголь; техническими факторами—уровнем и распространением мастерства; экономическими факторами—предложением и спросом на товары и рабочую силу, для объяснения подъема и упадка науки и, наоборот, ее влияния на производство.

Разделение общества на классы и наука

Основное различие между наукой как таковой и общепотребительной техникой, из которой она возникла и к которой она до сих пор примыкает, заключается в том, что наука, по существу, книжная профессия. Это нечто записанное и переданное нам в книгах и статьях в отличие от передачи путем практических приемов в традиционных ремеслах. Занятия наукой как таковой с самого начала ограничивались высшими классами да теми немногими одаренными людьми, которых допускали в свою среду за их верную службу. Такое ограничение оказывало самые различные влияния на характер науки. Оно задерживало развитие науки, не допуская к науке огромное большинство действительно талантливых людей всех классов, которые могли бы внести в нее свой вклад (стр. 308). В то же время такое ограничение обусловило весьма незначительное знакомство с практическими ремеслами тех, кто мыслит и даже экспериментировал тогда в области науки, и тем самым, по крайней мере до времен промышленной революции, люди, занимавшиеся естественными науками, не знали того, о чем они сами толковали. Не ощущая практических потребностей общественной жизни, они не могли понять их, и потому у них не было стимула использовать науку для удовлетворения этих потребностей.

Такое отождествление науки с правящими и эксплуататорскими классами с самых ранних периодов разделения общества на классы, возникшего пять тысяч лет тому назад с появлением первых городов, породило в умах крестьян

и в меньшей степени в умах рабочего класса глубоко подозрительное отношение к науке и вообще к книжным знаниям. Какими бы благими ни были намерения философов-филантропов, люди, тем не менее, не могли не чувствовать, что осуществление их на практике повлечет за собой изменения, которые ничего хорошего им не сулят, а скорее еще больше закабалят их, а возможно, и лишат работы. Первые ученые считались колдунами, способными причинить любое зло, и такое отношение к ним продолжало существовать и в позднеклассические периоды, когда народы, зачастую в союзе с религией, были настроены против философов, иногда даже нападали на них, не без основания отождествляя их деятельность с интересами высших классов (стр. 135—136) ненавистной Римской империи. В средние века науку лишь терпели, и даже после ее нового рождения та же реакция народа наблюдалась в действиях разрушителей машин во времена промышленной революции. В наше время мы все еще можем видеть такое отношение к науке в реакциях на последний триумф науки— атомную бомбу. Невежество и высокомерие образованных кругов в сочетании с подозрительным отношением и недовольством наукой со стороны низших классов в течение всего времени существования цивилизации было главной помехой свободному развитию науки. Поэтому свободный и эффективный обмен практическими и теоретическими знаниями, который, как начинает показывать опыт социалистических стран, может намного увеличить темпы научного и технического прогресса, был подменен недоброжелательным и завистливым сотрудничеством.

Эта ограниченность относится лишь к классовому характеру отделения теории от практики и ни в коей мере не предполагает какой-либо недооценки познавательной функции прогрессирующей науки. Тот факт, что наука была в руках людей, которые могли писать, вычислять, аргументировать в строго установленной форме, в определенные периоды представлял неопределимое значение для развития науки. Трудно аргументировать простыми словами о природе в целом, во всей ее полноте и сложности, каковы бы ни были цели. Мифы и ритуалы, оправдывающие практику, которая приносила доказанную пользу, могут заходить так же далеко, как и безграмотное рассуждение. Даже формальная наука раннего периода, как, например, наука древней Греции, была не больше, чем рационализированная мифология (стр. 102). Но об определенных областях опыта—таких, как простые движения и силы,—можно аргументировать формально и количественно. Моряки очень хорошо знали, как надо пользоваться рычагами, а купцы—весами за много веков до того, как Архимед открыл формальный закон рычагов, но его закон дал возможность создать новые механические изобретения, которые никогда бы не пришли в голову практику. Больше того, во времена Галилея и Ньютона был сделан очень важный шаг по пути дальнейших обобщений в механике и физике. Этап за этапом рациональные методы перестают быть спасающими престиж описаниями, изложенными научным языком, и становятся средством обобщения и установления практического господства над природой вначале в области химии и биологии, а затем и в области общественной.

Тем не менее, как будет показано дальше (стр. 650 и далее), наиболее важными и плодотворными периодами научного прогресса были периоды, когда классовый барьер был сломлен хотя бы частично, а практики и ученые поставлены в одинаковые условия. Такие условия существовали в период раннего Возрождения в Италии, во Франции в эпоху Великой французской революции, в Америке в конце XIX века, и в другом, более совершенном смысле эти условия имеют место в новых социалистических республиках нашего времени.

Именно благодаря универсальности науки зависимость ее от общественных классов считается настолько само собой разумеющейся, что любое упоминание о ней в настоящее время в ученых кругах порождает сильное удивление. Они чувствуют, что традиции науки являются чем-то самостоятельным,

совершенно изолированным от всяких экономических и политических соображений. Все это означает, что социальная, и в частности классовая, обусловленность традиций в науке, существование которых будет доказано, если мы проследим ее историю, не выражается явственно и не обнаруживается на поверхности. В наш век впервые сама наука служит объектом анализа на основе ее классового характера (стр. 625). Много в этом анализе было грубым и направленным по неверному пути; фактические достижения науки смешивались в нем с общими, вплетенными в них теориями, и, тем не менее, он должен быть продолжен и уточнен и в конце концов приведет к более глубокому пониманию науки и общества.

1.5. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ КАК ИСТОЧНИК ОБЩИХ ИДЕЙ

Хотя практическое использование науки является вечным источником развития науки и гарантией ее достоверности, научный прогресс—это нечто большее, чем постоянное совершенствование техники. Равно существенной частью науки является ее теоретическая основа, которая увязывает практические достижения науки и придает им все большую интеллектуальную согласованность.

В прошлом (и даже в настоящее время) история науки нередко составлялась так, как будто это просто история построения идеального здания истины. Такая история может быть написана лишь в том случае, если пренебречь всеми социальными и материальными компонентами науки и тем самым свести науку к надуманной бессмысленности, как уже было отмечено и будет полностью иллюстрировано в основной части книги.

С другой стороны, глупо было бы пытаться полностью пренебречь этой основой, ибо теория должна играть, и в последнее время играет, чрезвычайно важную, все более позитивную роль в науке. Действительно, в течение длительных периодов основное направление научной работы обуславливалось доказательством и еще чаще опровержением теории; таково было, например, развитие биологии в конце XIX века, когда она доказывала правильность эволюционной теории Дарвина (стр. 464), или же механики в XVII веке, когда та опровергала физику Аристотеля (стр. 234 и далее). Однако развитие таких обособленных и близких областей научных устремлений чревато опасностью. Хотя они и возникли первоначально из практики, со временем они начали все больше и больше отходить от нее и одновременно терять всякую осмысленную направленность. В прошлом они обычно хирели от педантизма ученых, как было с ньютоновой механикой в XIX веке (стр. 301), или же возвращались к жизни в результате нового соприкосновения с практикой, как произошло с электричеством в конце XVIII века, когда был открыт гальванический элемент (стр. 337).

Утвердившийся взгляд на науку описывает ее законы и теории как закономерные и даже логические выводы из экспериментально установленных фактов. Сомнительно, чтобы при наличии такого ограничения существовала какая-нибудь наука. Законы, гипотезы, теории науки имеют большее значение, чем объективные факты, на объяснение которых они претендуют. Многие из них обязательно в значительной мере отражают общую ненаучную интеллектуальную атмосферу своего времени, которая неизбежно обуславливает деятельность каждого ученого. В результате явления природы и ручные ремесла объяснялись с социальной, политической или религиозной точки зрения. Так, например, как мы увидим дальше, теория инерции Ньютона возникла из господствовавшего в то время рационального толкования религии, а теория естественного отбора Дарвина—из общераспространенного понятия о естественной справедливости свободной конкуренции.

Иногда такие формы мышления могут привести к достоверным, то есть практически проверенным, достижениям науки. Очень часто, в особенности

когда научные законы и теории завоевуют всеобщее признание, они становятся помехой для научного открытия. Наибольшая трудность открытия заключается не столько в проведении необходимых наблюдений, сколько в ломке традиционных идей при их толковании. С тех пор, как Коперник доказал вращение Земли, а Гарвей—наличие кровообращения, и до того момента, когда Эйнштейн уничтожил старую теорию об эфире, а Планк постулировал квант действия, реальная борьба в науке была направлена не столько на постижение тайн природы, сколько на ломку установившихся идей, хотя бы они в свое время и способствовали развитию науки. Тем не менее прогресс науки зависит от наличия существующей в течение длительного времени традиционной картины, или рабочей модели вселенной, частично поддающейся проверке, но частично также мифической, где проверка иллюзорна или же вообще невозможна. С другой стороны, в равной степени существен тот факт, что эта традиция, слагающаяся, как это есть на самом деле (и всегда должно быть), из элементов, взятых как из науки, так и из общества, должна время от времени—и часто насильственно—ломаться и изменяться в свете вновь приобретенного опыта, почерпнутого в материальном и общественном мирах.

В настоящее время мы переживаем такой период. Все возрастающая роль науки в экономике высокоразвитых индустриальных стран сочетается, ни в коей мере не случайно, со все большим углублением и расширением понимания явлений природы, что характеризуется такими выдающимися открытиями, как открытие строения атома и химических процессов, происходящих в живых организмах. Это само по себе предъявило большие требования научным теориям и имело своим результатом быстрое возникновение совершенно новых теорий, таких, как теория относительности и квантовая механика (стр. 406 и далее).

В то же время и благодаря тем же самым факторам происходят быстрые преобразования в области экономики и политики, которые начались в Советском Союзе и в настоящее время распространяются на остальную часть мира, с совершенно другим отношением к взаимосвязям между наукой и обществом на практике. Это неизбежно оказывает глубокое влияние на научную теорию, которая в настоящее время подвергается критическому анализу в свете марксистской философии.

Данный вопрос будет рассматриваться более подробно в следующей главе (стр. 619). В результате таких разносторонних влияний на науку, как изнутри, так и извне ее, никогда не было такого периода, когда теоретические основы науки подвергались бы столь всестороннему обсуждению, как в настоящее время.

Материализм и идеализм

Однако общий характер теоретических разногласий внутри самой науки не нов. При изучении истории науки становится ясно, что борьба между двумя основными противоположными тенденциями—формальной и идеалистической, с одной стороны, и практической и материалистической—с другой, проходит иногда в скрытой, а иногда в явной форме с самого момента зарождения науки.

Мы увидим, что это противоречие было доминирующим в греческой философии, но в действительности оно должно было возникнуть гораздо раньше, при первоначальном образовании классовых обществ, ибо общие социальные признаки обеих сторон в этом конфликте никогда не вызывали сомнений.

Сторонники идеалистического мировоззрения являются сторонниками «порядка», аристократии и принятой религии, а наиболее последовательным сторонником идеализма является Платон. Согласно идеализму, цель науки состоит в объяснении того, что вещи таковы, каковы они есть, и того, что невозможно и дерзко надеяться изменить их сущность. Платон считал необходимым устранить лишь некоторые недостатки, такие, как демократия, ибо

прочность государства зависит от забот правителей—«людей золота». Преимущество такого положения не сразу может быть замечено низшими классами, поэтому необходимо доказать им всю иллюзорность материального мира и, следовательно, нереальность зла в нем (стр. 105). В таком воображаемом мире изменения являются злом; идеал, добро, истина и прекрасное вечны и несомненны; очевидно, что они не превалируют на земле, а их надо искать на совершенных небесах. Этот взгляд оказал сильное влияние на развитие науки, в частности на астрономию и физику (стр. 115), и даже в наше время—в более развитых и изощренных формах—вновь появилась сильная тенденция воз действия этого взгляда на науку (стр. 408, 410).

Материалистический взгляд в некоторой степени благодаря своему практическому характеру и даже больше благодаря своей революционной сущности в течение столетий не встречал поддержки в ученых кругах и редко формировал часть официальной философии (стр. 108). Тем не менее этот взгляд нашел одно из своих выражений в эпикурейской поэме Лукреция «*De rerum Natura*» («О природе вещей»), которая показывает как его силу, так и опасность для установившегося строя. Этот взгляд является, по существу, философией, трактующей об объектах и их движениях, объяснением природы и общества от частного к общему, а не от общего к частному. Он подчеркивает неисчерпаемое постоянство вечно движущегося материального мира и человеческую способность к преобразованию его путем изучения его законов. Материалисты классических времен не могли идти дальше, как мы увидим из дальнейшего изложения, из-за их отрыва от ручных ремесел; позднее великий реформатор материализма Френсис Бэкон также не смог этого сделать. В определенный момент, в ходе промышленной революции в Англии, наука фактически стала материалистической, хотя она и продолжала заискивать перед идеалистами по политическим и религиозным соображениям. До середины XIX века материализм в философском отношении оставался несовершенным, так как он не был связан с обществом и с происходящими в нем изменениями и поэтому не был в состоянии дать объяснение политическим и религиозным явлениям. Распространение и преобразование материализма, с тем чтобы дать объяснение политическим и религиозным явлениям, было делом Маркса и его последователей¹⁻²⁷. Вначале новый диалектический материализм действовал в области экономики и политики, и только в наше время он начинает проникать в сферу естественных наук.

Борьба между идеалистическим и материалистическим направлениями в науке является постоянной характерной особенностью истории науки с самых ранних времен. Идеализм Платона был в некотором смысле ответом на материализм Демокрита, основоположника атомистической теории (стр. 107). В средние века Роджер Бэкон нападал на господствовавшую в то время философию Платона—Аристотеля и проповедовал такую науку, которая приносила бы практическую пользу (стр. 182). За свои труды он был заключен в тюрьму. В великой борьбе эпохи Возрождения за создание современной экспериментальной науки основным ее врагом было формалистическое учение Аристотеля, поддерживаемое церковью. Аналогичная оппозиция обнаруживается в XIX веке в столкновении между наукой и религией по поводу эволюционной теории Дарвина.

Самое постоянство этой борьбы, несмотря на последовательные победы, одержанные материалистической наукой, показывает, что эта борьба, по существу, касается не только философии и науки, а является отражением политической борьбы в сфере науки. На каждом этапе идеалистическую философию призывали представлять дело таким образом, что имеющееся в данное время недовольство является иллюзорным, а также оправдывать существующее положение вещей. На каждом этапе материалистическая философия полагалась на практический опыт, почерпнутый из действительности, и на необходимость изменений.

1.6. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАУКИ И ОБЩЕСТВА

Этим завершается первый краткий обзор общих аспектов науки как института, метода, накопленных традиций и описание связей с производительными силами и с общей идеологией. Теперь должно быть ясно, что для целей данной книги нет необходимости в определении того, что понимается под словом «наука». В то же время было бы слишком большой претензией просить читателя принимать без дальнейшего доказательства сделанные и подразумеваемые выводы, рассматриваемые в этих разделах; доказательство их является задачей остальной части книги. Только с помощью детального освещения взаимодействия науки и общества на протяжении истории мы начнем понимать, что такое наука и каково ее будущее.

Взаимодействие науки и общества в действительности присходит самыми различными путями, и тенденция выделить какой-либо один из них явилась причиной недавней дискуссии об их взаимоотношении. Обычно начинают с влияния науки на общество: обдумывают какое-либо выдающееся открытие, вроде открытия электромагнитных волн, первоначально предсказанных теоретически, затем испытанных в научных лабораториях, потом проверенных в производственных условиях и в конце концов в виде радио вошедших в повседневную жизнь. Но это не единственный и даже не главный путь развития науки и ее влияния на общество. Гораздо чаще случается, что ученый начинает замечать хорошие или плохие результаты, которые дает применение того или иного практического приема. Ученый либо беспристрастно, либо, что чаще, с целью усовершенствования изучает и открывает не обязательно то, как сделать, чтобы что-то работало, а иногда нечто совершенно иное. Он может действительно создать новую отрасль науки так же, как, например, термодинамика была открыта на основании изучения паровой машины^{5.3} (стр. 365). В этом вопросе важным является то, что общий практический опыт, так сказать, привлекает научные интересы, и прогресс в науке можно проследить, не выходя за пределы последовательно изменяющихся областей общих экономических и технических интересов.

Эта книга не претендует на то, чтобы быть историей науки. Ее темой, по существу, является взаимодействие науки и общества. Если и есть в ней какое-либо отклонение от темы, то скорее в сторону влияния науки на историю, чем истории на науку,—тема, о которой уже так много написано^{3.1;4.1}. Но в прошлом зачастую пренебрегали влиянием науки на историю или в лучшем случае либо относились к нему поверхностно, либо шли неверным путем. Это происходит потому, что профессиональные историки большей частью недостаточно квалифицированы для того, чтобы определить или даже заметить вклад науки и ее влияние на историю; с другой стороны, историки науки меньше соприкасаются с более широкими историческими последствиями развития естественно-научного познания. В официальной истории существовала тенденция в каждый период истории рассматривать *состояние науки* наряду с литературой и искусством как своего рода культурный придаток к политике или в настоящее время—в незначительной степени—к экономике. Вместо этого необходимо рассмотреть вклад науки в развитие техники и в мышление, что должно найти свое место в самом изложении. Считать, что это не имеет существенного *исторического* характера—этого прогрессивного и неповторимого элемента,—значит отказаться от изложения истории. Вместо истории нам оставили оценку личных отношений и отношений различных институтов общества, без какого бы то ни было ключа к пониманию того, почему они не повторялись в неограниченном количестве вариантов. Так как в действительности явные прогрессивные тенденции не могут быть скрыты, историки, не стоящие на научных позициях, должны прямо отказаться от объяснения их или же попытаться дать какое-либо мистическое объяснение с помощью либо божественного провидения, либо предполагаемого закона развития и заката цивилизации по типу,

предложенному Шпенглером или Тойнби. И только в свете науки мы сможем понять необратимые сдвиги, которые порождают новое и являются типично *историческими*.

Как уже было отмечено и будет описано подробнее в последующих главах, наука оказывает влияние на историю двумя основными путями: во-первых, путем изменения методов производства, обусловленного наукой, и затем путем более прямого, но гораздо менее важного воздействия научных открытий и идей на идеологию данного периода. Именно первый из них привел к появлению, с одной стороны, науки из техники, с другой,—из религии. Когда были найдены средства, хотя и в ограниченной сфере, совершенствования техники с помощью организованного мышления, направляемого логикой и проверяемого экспериментом, был открыт путь для неограниченного влияния науки на производственные методы. В свою очередь это воздействует на производственные отношения и, следовательно, имеет огромное влияние на экономическое и политическое развитие.

Другое влияние науки—через посредство ее идей—было, по крайней мере, таким, как и раньше. Сформулированные научные идеи возвращаются в общую сокровищницу человеческого мышления. Великие перевороты в познании человеком вселенной, своего места в ней и цели своего существования, происшедшие в античном мире и дошедшие через эпоху Возрождения до нашего времени, были в большой степени порождены наукой. Это была новая область простых законов природы, открытых Галилеем и Ньютоном, которые в то же время, казалось, оправдывали поворот к простому деизму в религии, *laisser-faire* в экономике и либерализму в политике. Теория естественного отбора Дарвина, не смотря на то, что она возникла на базе такой либеральной идеологии, в свою очередь намеренно использовалась для оправдания безжалостной эксплуатации и расового подчинения под флагом выживания наиболее приспособленных. В противоположность такому пониманию дарвинизма более глубокое понимание эволюции заключается в том, чтобы найти путь, двигаясь по которому человек с помощью общества смог бы перешагнуть биологические границы эволюции животных и достигнуть более далеко идущей, сознательно направленной социальной эволюции (стр. 576 и далее).

Влияние научного знания и научного метода на все возрастающий уровень всего образа мышления, форм культуры и политики происходит менее заметно. В настоящее время наука становится великим институтом человечества, обособленным от всех более древних его институтов, хотя и тесно связанным с ними. Наука отличается от них только тем, что, будучи более новой, она все еще находится в стадии активного развития, и позиция науки по отношению к остальной части общества все еще не имеет твердого основания. Наука еще должна пройти большой путь для того, чтобы приобрести вес в человеческих делах.

На протяжении значительной части книги уделяется больше внимания естественным наукам, нежели общественным, не считая двух глав (12 и 13), посвященных последним. Это сделано потому, что до недавнего времени рассмотрение вопроса о человеческих отношениях в обществе, само по себе почти самое раннее из областей человеческого знания, не выходило за рамки магических и религиозных представлений и лишь теперь начало пересматриваться под влиянием марксизма. В более поздние времена, как мы увидим в дальнейшем (стр. 525 и далее), возникшие общественные науки почти полностью потеряли свое значение из-за боязни, что их могут использовать для анализа и изменения экономического и политического базиса капитализма. И частично по этой причине социальные изменения, порождаемые в результате воздействия естественных наук на способ производства, никогда не планировались, не были поняты и часто приводили, и в действительности все еще приводят, к губительным последствиям. Только путем объединения подлинной общественной науки с естествознанием может быть обеспечен удовлетворительный и прогрессивный общественный контроль над общественной деятельностью.

Во все времена у человечества существовала *великая традиция*, которая составляла основу того, что в различные времена считалось истинным верованием и правильным действием. Эта традиция с того момента, когда можно было различить ее возникновение из темного прошлого предистории, является весьма существенной, хотя мы и можем различить ее частично независимые ветви в средиземноморских странах, в Индии и в Китае. Развитие и изменение этой великой традиции невозможно понять без науки, как науку невозможно понять, если не рассматривать ее как естественную часть общей традиции.

Остальная часть книги представляет собой попытку проиллюстрировать, рассматривая различные периоды и науки, общее место науки в истории культуры. Согласно плану, уже изложенному в предисловии, можно будет проследить во все возрастающем объеме и все более подробно весь ход развития науки с момента ее первого появления до настоящего времени. В дальнейшем ходе изложения будет легче понять отношения науки и общества, обрисованные в этой главе в сжатой и абстрактной форме, и увидеть, как они возникли естественным образом из самого опыта человеческой истории.

ЧАСТЬ II

НАУКА
В ДРЕВНЕМ
МИРЕ

ВВЕДЕНИЕ

Прежде чем мы сможем понять науку такой, какой мы ее знаем сегодня—как общественный институт со своими собственными традициями и своими собственными характерными методами,—в первую очередь необходимо взглянуть в ее истоки. В настоящее время изучение вопроса о происхождении науки представляет двойную проблему. Во-первых, существует трудность, присущая изучению происхождения чего угодно, которая заключается в том, что с углублением в прошедшее и достижением критических периодов, когда имели место основные нововведения, становится все труднее обнаружить то, что происходило в действительности. Но в вопросе о науке существует и еще одна дополнительная трудность, состоящая в том, что наука не сразу появилась в осознанной форме, а должна была постепенно выделяться из более общих аспектов культурной жизни того времени. Необходимо искать ее скрытые истоки в историях человеческих искусств и институтов.

Так как основное свойство естествознания заключается в том, что оно имеет дело с действительными манипуляциями и преобразованиями материи, главный поток науки вытекает из практических технических приемов первобытного человека; их показывают и им подражают, но не изучают досконально. Однако наука находит свое выражение—сначала устное, а затем письменное, и, следовательно, идеи и теории науки черпаются из общественной жизни, причем сначала из магии, затем—из религии и еще позднее—из философии.

Древняя культура влияет на современную через посредство неразрывной цепи традиций, лишь последняя часть которой является письменной традицией. Вся наша сложная цивилизация, основанная на механизации и науке, развилась из материальной техники и социальных институтов далекого прошлого, другими словами—из ремесел и обычаев наших предков. Изучение этих ремесел и обычаев является целью историков и их коллег—археологов, антропологов и филологов. В своей работе они должны исходить из материалов и письменных источников прошлого, из анализа обычаев нашего времени, а также языков первобытных и цивилизованных народов.

В настоящее время факты, относящиеся к этим ранним периодам, фрагментарны, недостаточно изучены и их трудно объединить. Большинство из них доступно лишь специалистам в данной области, которые обычно занимаются нахождением правильной последовательности и взаимодействия культур и редко занимаются проблемами исследования истоков и влияния наук. Так как я не историк и не теоретик, а ученый-практик, мои соображения носят предварительный характер и легко поддаются критике. Однако именно в результате такой критики и исследования, к которым должна привести эта книга, может быть создана связанная и обоснованная картина.

Конечно, можно было бы совершенно опустить рассмотрение самых ранних периодов. Вполне понятный обзор современной или хотя бы средневековой науки может быть написан и без этого. Но это было бы обманчиво. Многое из того, что в действительности явилось результатом действовавших в древности специфически научных и социальных факторов, можно было бы считать самоочевидным или же произвольным. Так, например, важнейший спор о кругообра-

щении небесных сфер, характерный для периода возникновения современной науки, непонятен, если мы не знаем о мифологическом, космологическом источнике этих сфер, представление о которых складывалось, по крайней мере, на самых ранних этапах месопотамской культуры (стр. 76).

В этой части я попытаюсь дать в общих чертах обзор первоначального создания и дифференциации науки в связи с ранними стадиями развития человеческих обществ. Рассматриваемый нами период делится на два основных этапа, разграниченных кульминационным событием—изобретением земледелия. Первый этап охватывает древнекаменный век (палеолит)—верхний и нижний, во время которого люди занимались собирательством и охотой. Второй этап охватывает периоды первобытных земледельческих поселений (неолит), а также период ранней городской и приречной культуры в Египте, Месопотамии, Индии и Китае (бронзовый век) и, наконец, период независимых городов-государств, существовавших за счет торговли (железный век), включая классическую цивилизацию Греции и Рима. Учитывая цели книги, удобно выделить этот последний период частично из-за того, что он гораздо более известен нам на основании письменных источников, но еще больше из-за его традиций, которые непосредственно приводят к традициям современной науки. Соответственно часть II будет разделена на три главы: палеолит—глава 2; неолит и бронзовый век—глава 3; железный век и классический период—глава 4.

В каждый из этих периодов люди вносили свой вклад в развитие техники и идей, которые являются необходимой основой науки. В эпоху палеолита были созданы все основные способы ручной обработки и обтесывания материалов, включая способы употребления огня, практические знания о распространении и особенностях животных и растений дикой природы, так же как основные социальные изобретения: родовой строй, язык, обряды и живопись. Поселенческая культура эпохи неолита делала, кроме земледелия, ткачества и гончарных изделий, социальные изобретения—символические изображения и организованную религию. Бронзовый век дополнил культуру металлами, архитектурой, гончарными кругами и другими механическими приспособлениями и, что имело еще большее значение, породил выдающееся социальное изобретение—город—*civis* цивилизации, *polis* политики. Именно город сделал возможным технический прогресс и вместе с ним—весь комплекс духовных, экономических и политических изобретений от цифр, письменности, торговли, лежащих в основе впервые развившейся классовой системы и организованного правления. Возникает осознанная наука и различаются такие дисциплины, как астрономия, медицина и химия, которые обрели свои первые традиции.

Железный век не вызвал заметных перемен в материальной технике, хотя он дополнил ее стеклом и в это время были усовершенствованы орудия и машины. Основной вклад железного века заключался в распространении цивилизации вширь и вглубь путем введения в употребление дешевого металла—железа, но социальные изобретения—алфавит, деньги, политика и философия—подготовили почву для быстрого развития и распространения техники и науки. Это был период, когда греки объединились и, опираясь на технический опыт более древних империй, впервые создали полностью рациональную науку с ее прямой и неразрывной связью с наукой нашего времени. Но классический период был также периодом войн и социальных конфликтов, рабства и угнетения. Его последним выражением явилась Римская империя, мало давшая науке, но многое—общественным работам и юриспруденции. Благодаря присущим ей противоречиям она постепенно деградировала политически и духовно, и с падением Римской империи наука классической древности пришла в упадок, хотя параллельные отрасли науки в Персии, Индии и Китае продолжали процветать и подготовили почву для нового прогресса.

Глава 2

РАННИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ ОБЩЕСТВА. ДРЕВНЕКАМЕННЫЙ ВЕК

2.1. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОБЩЕСТВА

Чтобы найти наиболее ранние истоки науки, мы должны взглянуть в период, предшествовавший действительному разделению технических и идеологических сторон человеческой культуры,—в период происхождения самого человечества. Первым и наиболее основательным способом отличия человеческих существ от животных явилось то, что они образовали постоянные общества с материальной культурой, дополняющей прирожденные способности их облаженных тел.

Такие *общества* должны были в отличие от животных стад обладать лучшими методами добывания пищи и защиты, чем те, которые могли выработать обособленные индивиды, а также средствами сохранения и передачи этих методов в форме непрерывной традиции. От своих предков—обезьяноподобных существ—первобытные люди унаследовали жизненно необходимые духовные и телесные навыки *поисков, захвата и ручной обработки* предметов. Кроме того, они с самого начала должны были обладать совершенно исключительной способностью *познавания*, происшедшей от более *обобщенного*, чем у большинства крупных млекопитающих, типа добывания средств существования с присущим первобытным людям специфическим телосложением и привычками. Это была комбинированная способность рук и глаз совместно со способностью познавать^{2.16}, которая сделала возможным использование орудий: сначала, случайно подобранных затем специально отобранных и приспособленных, для работы камня или палки. Но до тех пор, пока эти достижения принадлежали отдельным индивидам, хотя и одаренным, они не могли стать достоянием всего человечества. Так как для того, чтобы любое орудие было доступно всем и способно произвести прогрессивное усовершенствование, его изготовление и употребление должно быть *осмысленным и изученным*. Оно должно быть действительно *стандартизировано традицией*, а это предполагает непрерывность существования общества.

Непрерывность существования человеческих обществ была также необходимостью и складывалась особенно продолжительное время, в течение которого человечество, находившееся в стадии детства, было не в состоянии защитить себя. Это привело к тому, что образовалась практически не вымирающая семейная группа, объединяющая различные поколения, особенно женщин. Бабушки, матери и дочери обеспечивают непрерывность традиций человечества. В основном поэтому в первобытных обществах поддержание племени зависит от женщин. Так, общества, где родство считается по матери, называются *материнскими обществами*. Такая стадия развития, вероятно, существовала во всех обществах, включая и общества наших предков^{2.46}. Весьма возможно, что на самой ранней стадии женщины руководили делами группы, так что такие общества были также *матриархальными*.

В то время методы, давшие человеческим обществам частичные преимущества над остальными животными, большей частью зависели от употребления материальных орудий для захвата, сбора, перевозки и приготовления пищи, а также от быстрых средств связи для обеспечения сотрудничества в деле выполнения этих задач, другими словами —от *языка*. Употребляя орудия, человек эффектив-

нее и больше управляет окружающей средой, чем это может сделать животное с огромной затратой сил с помощью зубов или рогов. Язык, через посредство жестов и голоса, не только указывает на наиболее эффективное использование орудий, но и обеспечивает как связи в обществе, так и передачу накопленной им культуры последующим поколениям.

2.2. МАТЕРИАЛЬНАЯ ОСНОВА ПЕРВОБЫТНОГО ОБЩЕСТВА

Орудия производства и орудия труда

Орудия производства и орудия труда, по существу, являются тем, что расширяло возможности человеческих органов: с помощью камня—возможности кулаков или зубов; с помощью палки—возможности руки; с помощью мешка или корзины—возможности руки или рта; или новый, появившийся позднее, тип расширения возможностей—бросание, как, например, целенаправленное бросание камня. Общественный контроль, уже необходимый для простого отбора и использования орудий производства, становится еще более необходимым, когда такие естественные орудия производства стали специально обрабатывать для своих целей. Таким образом, каждый вид приспособления становится общественно-определенным в своем употреблении, форме и способе изготовления.

О непрерывности традиций в жизни первобытного общества свидетельствуют подлинные предметы, сделанные самим первобытным человеком в наиболее ранние известные археологам времена. Если бы мы даже ничего не знали о том, как они используются ныне в обществах, находящихся на первобытной стадии развития, эти предметы все же свидетельствовали бы об их социальном происхождении. Орудия производства каждого типа при том уровне культуры в различных местах практически были одинаковыми и в действительности мало отличаются друг от друга, хотя и относятся к разным периодам и найдены на обширных территориях. В то время обработка даже самого простого каменного ручного топора была тщательно разработанным процессом обтесывания, обучиться которому цивилизованный человек смог бы далеко не сразу. То, что эта обработка сохраняется, свидетельствует о чрезвычайной устойчивости технической традиции. Другими словами, действительная обработка кремневых орудий сама по себе является установившейся культурной деятельностью, которая для обеспечения определенной степени наблюдаемого нами единообразия требовала крайне тщательного изучения и выполнения^{2.36.78}.

Однако это единообразие не является абсолютным. Орудия производства неизбежно изменяются, улучшаются, перенимаются и комбинируются, и их поэтапное развитие привело к современному состоянию техники. Но важно то, что благодаря социальной обусловленности этого процесса человек на каждом этапе развития культуры получает возможность иметь в своем распоряжении воспроизводимый практически стандартный комплект орудий производства. Каждая племенная группа, сообразно тому, каким способом она добывала себе пищу, имела свой комплект орудий, но многие из них были одинаковы у племен, населявших огромные территории. Привычка образования таких стандартных комплектов, сложившаяся еще на ранних ступенях развития первобытного человека, является важнейшим фактором в сохранении абсолютной непрерывности в развитии технической культуры вплоть до нашего времени.

Кроме того, наличие стандартизированных орудий производства предполагает присутствие *идеи* орудия в уме делающего его до того, как он решил его сделать. Больше того, несколько частично обработанных кремней свидетельствует об определенной подготовке материала до начала основной работы. Позднее этот опыт сознательного предвидения должен стать опытом *составления чертежа и плана* и, значит, характерным для науки опытом—*экспериментальным* методом. Он возникает скорее при пробе различных методов изготовления пред-

мета в моделях или в чертежах, чем при проведении широких опытов и допущении ошибок.

Если орудие, такое, как подобранный и брошенный камень, является началом технического прогресса человечества, то этот прогресс становится неограниченным с появлением *орудий труда*. Орудие труда—орудие для изготовления орудий производства—создает возможности для производства более разнообразных типов орудий, чем можно было бы просто отобрать или же взять в природе. Процесс изготовления орудий труда был следующим: вначале их выделывали из камня, после научились оттачивать и, наконец, ковали и отливали их из металла, что лежит в основе всей нашей современной техники, физически имеющей дело с материальными объектами. Первое каменное ручное орудие труда изготовлялось простыми ударами камня, позднее люди научились откалывать, резать, обтесывать и сверлить^{2, 30a}. Благодаря практическому изготовлению и использованию орудий труда человек изучил механические свойства многих продуктов природы и тем самым заложил основы *физики*. Орудия труда использовались не только для более эффективной охоты, они также обеспечивали средства обработки и подготовки более легких материалов—дерева, кости и шкуры. В то же самое время люди, скорее всего женщины, начали соединять предметы воедино: прокалывать, сшивать, скреплять, скручивать, сплетать и ткать. Таким образом, появились сосуды для пищи, воды и других переносимых предметов.

Одежда

Частично из-за необходимости носить предметы, вначале только пищу и орудия, появился обычай прикреплять предметы к телу на более или менее длительный срок, всюду, где удобно держать их, а именно: в волосах, вокруг шеи, талии, запястья и лодыжек. То, что прикреплялось к телу, старались выделить и украсить. К этим предметам добавлялись перья, кости, шкуры. Затем было сделано выдающееся открытие того, что меховые шкуры помогают людям сохранять тепло в холодные ночи и зимой. Отсюда возникли одежды, вначале в виде отдельных накидок из шкур и юбки, а затем—сшитых и надеваемых одежд, полностью закрывавших тело, таких, какие эскимосы делают в наше время. Одежда и обувь из шкур чрезвычайно расширили возможности расселения первобытного человека, хотя и не в такой степени, в какой расширило его появление оседлого земледелия; этому способствовало появление изгородей для защиты от ветра, шалашей из ветвей и листьев, которые потом должны были превратиться в хижины и дома.

Огонь и приготовление пищи

Почти каждое из ранних механических достижений человека, даже ткачество и шитье, уже были предвосхищены отдельными видами животных, птиц или даже насекомых. Но одно изобретение—употребление *огня*, которое должно было появиться раньше многих из них, совершенно недостижимо для любого животного. Еще предстоит открыть, каким образом человек пришел к использованию огня и почему он решил обуздать и поддерживать его. Огонь в естественных условиях встречается либо в особых местах, как, например, по соседству с вулканами, или у источников природного газа, либо, что случается очень редко, в лесных пожарах. Его сохранение и распространение в первую очередь должно было быть устрашающим, опасным и трудным делом, о чем свидетельствуют все мифы и легенды об огне. Вначале он должен был использоваться для согревания тела в холодные ночи—туземцы в Австралии окружают себя факелами, которые употребляются вместо одежды в холодную погоду, и для отпугивания животных. Пищу начали приготавливать только тогда, когда поддержание костра в местах стоянок стало установившимся обычаем.

Животное, пользовавшееся орудием и огнем, твердо стало на путь превращения в человека, применяющего науку. Так же как орудие труда было основой

физики и механики, так и огонь является основой химии. Раньше всего появилась простейшая и жизненно необходимая практическая химия—приготовление пищи. Именно из этого, очевидно почти случайного, употребления огня впервые возникло более специфически управляемое и научное использование огня в гончарном производстве и позднее—в производстве металла. Не так трудно поджарить мясо на дровах или даже испечь корнеплоды в золе, но кипячение представляет собой целую проблему, решение которой должно было привести к дальнейшим великим достижениям. Вначале возникла примитивная идея согреть воду в кожаных мешках или же водонепроницаемых корзинах, ставя их на горячие камни. Такие камни, расколовшиеся от нагревания и охлаждения, были найдены вокруг стоянок доисторического человека. Тем не менее выдающееся открытие произошло тогда, когда корзину обмазали толстым слоем глины, так что ее можно было ставить на огонь, что намного улучшило этот процесс. Со временем, вероятно в конце древнекаменного века, открыли, что можно обходиться без корзин, причем была сделана огнеупорная глиняная посуда, которая была водонепроницаема и могла выдерживать огонь. Однако кипячение все еще оставалось роскошью, горшки были тяжелыми, и их было нелегко носить с собой во время охоты. У индейцев Северной Америки выражение «вареное мясо» является синонимом слова «праздник».

Далее, так как уже употреблялись сосуды, в которых можно было держать жидкости в течение длительного времени, могли быть замечены и использованы более медленные химические изменения ферментации. Отсюда появились новые знания, и в конце концов возникла важная идея преобразования материалов путем опускания и помещения их в реактивы, первыми триумфами которой было появление искусства дубильщика и красильщика. Так уже в древнекаменный век были заложены основы практических рецептов, из которых затем должна была возникнуть рациональная химия.

Знание о животных

Однако практические знания, пользование орудиями и огнем—это всего лишь одна и, вероятно, вначале довольно небольшая часть специфически человеческого использования накопленного и передаваемого опыта. Раньше, и это имело более непосредственное значение, существовало знание о природе, полученное с помощью наблюдений, причем не о природе в каком-либо общем смысле, а о природе, которая отвечает насущным нуждам человека, в основном—его потребностям в пище. Знания, полученные таким образом о повадках животных и свойствах растений, легли в основу современной *биологической* науки. Значительная часть интересов первобытного человека должна была быть направлена на сбор и передачу сведений о растениях и животных. Ввиду подвижности животных, а также из-за волнений и опасности, связанных с охотой, они представляли наибольший интерес.

Первобытное искусство

По этому вопросу мы имеем весьма подробные свидетельства о том, каким знанием природы обладают ныне сохранившиеся охотничьи племена, и о той роли, какую играют тотемические танцы в их обрядах. То, что это верно и по отношению к прошлому, доказывается часто встречающейся пещерной живописью, рисунками и скульптурой, которая почти исключительно изображает животных. Эти изображения не ограничиваются внешним видом животного—часто рисуются кости, сердце, внутренности, что свидетельствует о зарождении *анатомии* из обычая резать добычу.

В действительности именно благодаря этому биологическому аспекту жизни первобытных людей появилась техника живописного изображения, явившаяся основой не только изобразительных искусств, но также и графического символизма, математики и письма, которые сделали возможным появление рациональной науки.

2.3. СОЦИАЛЬНАЯ ОСНОВА ЖИЗНИ ПЕРВОБЫТНОГО ОБЩЕСТВА

Язык

Задолго до того, как стал возможным такой уровень развития, в человеческом обществе возник язык—это наиболее могучее средство связи и развития. Сам по себе язык является средством производства, возможно первым из них. Во время преследования добычи сотрудничество нескольких индивидуумов, безоружных или с необработанными палками и камнями, возможно только тогда, когда они пользуются *жестами* или *словами*. Такое сотрудничество вполне могло иметь место задолго до того, как они сделали какое-либо приспособление для своих целей. Ранний язык должен быть связан главным образом с добыванием пищи, включая передвижение людей, а также с изготовлением и использованием орудий производства.

Насколько рано возник язык, должно показать то, в какой степени он уже повлиял на наследуемое анатомическое строение человеческого мозга. Координация действий глаз и рук, которое занимает больше половины деятельности человеческого мозга, является, по существу, лишь результатом разработки того, что унаследовано от обезьяночеловека. Соответственное координирование уха и языка, хотя и не играющее такой роли в деятельности мозга, фактически было заново создано. Такая координация могла возникнуть и стать наследуемой у человека только после возникновения общества.

Все млекопитающие пользуются своим голосом до некоторой степени для социального общения, но обычно—для выражения эмоций: сексуальных чувств, гнева или страха, и восприятие этих криков, в свою очередь, порождает соответствующий эмоциональный отклик. И только позднее к эмоциональному общению и действиям могло прибавиться общение путем обмена сведениями о вещах и местах. Переход к такому общению—не полный, оттенки при выражении чувств в языке переходят в сферу поэзии, песни и музыки, но они никогда не отсутствуют в разговорном языке и придают ему воздействующий и даже повелительный характер, который привел к появлению веры в *магическую* силу слов. Все же магические свойства языка всегда подчинялись утилитарным его свойствам^{2, 45}.

Язык с самого начала своего возникновения почти целиком должен был быть произвольным и условным. В каждом особом случае общения значение звуков должно было завоевать признание и закрепляться традициями, чтобы стать полноценным языком, с помощью которого можно иметь дело со всем комплексом материальной и общественной жизни. Именно по этой причине языки так же разнообразны, как язык вообще—универсален.

Символизм

Объекты и ситуации, с которыми имеет дело язык, всегда более сложны, чем звуки, употребляемые для их описания. Вследствие этого слова в языке неизбежно являются *абстрактными* и обобщенными *символами*. Они годятся только для обозначения условного действия, которого требует данная ситуация,—не больше. В самом акте создания своих языков человеческие общества были вынуждены обобщать—вводить одно слово для обозначения различных предметов и употреблять словесный символизм, или стенографию. Манипуляции этих символов в мозгу совместно с непосредственным зрительным *представлением* образуют человеческую *мысль*. Научные *формулы* и *теории* являются только естественным и сдерживаемым распространением процесса формирования языка. Словесный символизм, как мы увидим, может быть источником как заблуждения, так и познания. Если выделить повелительные эмоциональные свойства слов, они могут превратиться в магические *заклинания*. Если символы взяты вместо материального объекта или действия, то они могут превратиться в символы (counters) идеалистической *логики*.

Общественная жизнь на ранней стадии

Язык со всем его разнообразием и способностью к изменению обладает намного большим постоянством, чем техника. Каменный век миновал, но языки, которыми мы пользуемся в наше время, в основном те же, на которых должны были говорить некоторые племена каменного века. Таким образом, изучение языка—этого живого остатка прошлого—должно быть существенным дополнением к изучению сохранившихся остатков материальных культур^{2.45;2.46}. Изучение того и другого совместно с данными о первобытном образе жизни ныне существующих племен вполне может воспроизвести некую картину общественной жизни ранних периодов. Здесь не место создавать такую картину, да и я не в состоянии сделать это. Я намерен только показать те ее стороны, которые относятся к происхождению и влиянию науки.

Отношения членов социальной группы между собой с самого начала должны были глубоко изменять действия и чувства отдельных мужчин и женщин. Поиски еды, ее приготовление и распределение, само поедание ее в стойбище и часто обрядовые принятия пищи—все это были социальные акты. Они были специфически человеческими, так как характеризуют глубокое изменение безусловной реакции животного на пищу—всегда поедать ее, когда голоден, и не подпускать близко к ней других. Реакция человека, с другой стороны, в значительной степени обусловлена традиционными обычаями, установленными для сохранения социальной группы. Говоря другими словами, *человек является единственным полностью самовоспитывающимся животным*. В противоположность другим млекопитающим, инстинктивное воспитание которых проводится родителями в течение первых немногих дней или недель жизни, каждое человеческое существо, появившееся на свет, проходит сложный процесс воспитания, начинающийся с самого рождения и длящийся многие годы. Процесс социального обусловливания, или *воспитания*, строго традиционен—традиции поддерживают его непрерывность, и изменяется он очень медленно со времен возникновения общества до сего дня (стр. 536).

Собирательство и охота. Разделение труда

Основной экономический характер групп людей определялся вначале почти исключительно, а затем преимущественно по способу добывания пищи. Для начала они должны были собрать что-либо съедобное—зерна, орехи, фрукты, корни, мед, насекомых и любых мелких животных, которых они могли поймать голыми руками. Мы ничего не знаем о жизни в этот период, кроме собственных умозаключений. Продолжая поддерживать свое существование таким образом, все первобытные люди вступили в следующую фазу развития, где к собирательству добавилась охота на крупных животных. По сохранившимся орудиям того времени можно проследить тщательно разработанную технику охоты, приспособленную для охоты на всевозможных крупных зверей вплоть до мамонта.

Одно непреодолимое общественное разделение, перешедшее к людям из животной стадии развития, является разделением по половому признаку. Неизбежно небольшие социальные группы раннего каменного века поддерживали непрерывность своего существования по женской линии, ибо молодые люди большей частью были вынуждены уходить и жениться на девушках из других групп, к которым они затем присоединялись. Это соответствовало экономическому разделению, при котором женщины собирали фрукты, орехи, зерна, выкапывали корни и ловили насекомых, а мужчины в это время охотились на небольших животных и занимались рыболовством. На этом уровне развития трудно было провести грань между ними, как людьми, добывающими пищу.

Дальнейшее развитие охоты на крупных зверей—занятие мужчин—повысило значение мужчины как основного добытчика пищи. Возможно, что это в сочетании с огромной физической силой, способностью нападать и сопутствующей этим качествам ловкостью привело в конце каменного века к господству мужчин над женщинами; так, например, это имеет место среди австралийских

охотников. В семьях появилась тенденция определять родство по *отцовской линии*, а родовые обычаи становятся *патриархальными*. Эта тенденция, возможно, сильно изменилась с появлением мотыжного земледелия, которое увеличило значение женщины.

Тотемизм и магия

Само существование группы зависело от ежедневного добывания пищи, а это в свою очередь—от пополнения количества животных и растений, населявших район действий первобытного человека радиусом в несколько миль, и от способности первобытных мужчин и женщин ловить или же собирать их. В то время только последнее зависело от техники, а она неизбежно развивалась очень медленно. Количество животных и растений, с другой стороны, сильно и подчас катастрофически колебалось. Человек вел полностью паразитический образ жизни, управлять природой не умел; все, что он мог сделать, имея более совершенную технику, это только распространить вширь и вглубь свой паразитизм. В действительности он не мог избежать его до изобретения земледелия. Тем не менее он думал, что сможет обмануть и склонить природу помочь ему методами, которые содействовали бы ему и его товарищам—членам рода при охоте на животных. *Магия* была призвана восполнить пробелы, оставшиеся из-за ограниченности техники. Делая каждое полезное животное или растение тотемом одного определенного рода или части его, пользуясь идолами, символами и подражательными танцами, первобытные члены рода верили, что растение можно заставить расцветать, животное—размножаться. Это также привело к возникновению обмена продуктами между различными тотемическими группами. Таким образом, появилась возможность соединить в единую комплексную систему выработанные общественные правила отношений, а также распределения пищи и украшений. До тех пор, пока твердо придерживались тотемических правил, воспроизведение рода и пополнение продуктов питания считались обеспеченными. С тотемом связано и приписывание силы каким-либо определенным лицам, животным или предметам; они *табу*, *священные*, с ними можно обращаться только в соответствии со строжайшими правилами, за нарушение которых полагались страшные наказания. Идея предмета, обладающего скрытой *силой*—*ману* или свойством, легла в основу, иногда плодотворную, развития науки. Так, например, магнитное притяжение, обладающее свойством притягивать железо, создало науку о *магнетизме*. Чаще всего, когда эти свойства были воображаемыми, культ предметов затруднял чистое мышление, как было в отношении совершенно бесполезного металла—*золота*, которому придавали большое значение.

Система тотемов до сих пор еще действует среди многих первобытных народов нашего времени. Следы ее можно найти во всех цивилизациях, включая и нашу, в особенности в наиболее консервативных сферах религии и языка. И в действительности, как показал Томсон^{2, 4, 6}, весь комплекс названий для обозначения наших родственных отношений—отец, сестра, дядя и т. д.—может быть понят лишь с учетом условных тотемических отношений. Мы все еще сохраняем в наших гербовых львах и единорогах остатки тотемических животных, переданных нам через геральдику.

Ритуал и миф

Более непосредственно примыкают к науке ритуалы, относящиеся к тотемным церемониям, в частности к церемониям по поводу рождения, посвящения и похорон. То, что обряды посвящения существовали в древнекаменном веке, показывают найденные в пещерах изображения, сделанные на мягкой глине участниками подобных обрядов, а также отпечатки изуродованных рук. Эти обряды, через которые должен был пройти каждый, сопровождались пением гимнов, выражающих толкования, или *мифы*, о происхождении и развитии мира с точки зрения тотемных представлений. Это было первое формальное

обучение, которое представляло собой насаждение ряда детальных убеждений, касающихся мира и того, как управлять им, которые дополняли практическое обучение в существующей технике охоты, приготовления пищи и т. д., хотя и никогда не включались в него. Одной из особенностей церемоний посвящения было присвоение *имен*, которые в силу предполагаемой связи посвящаемых с предками тотема и, следовательно, со всем миром считались особенно значительными и священными. Этимология (*попеп*—имя=*гноско*—знать) показывает, что знание имен было первым и детальным *знанием* ^{2.46}.

Все мифы в их первоначальной форме должны отражать уровень развития практической техники и общественной организации соответствующего периода, но, поскольку их связь с ритуалами считалась необходимой для сохранения жизни рода и в действительности—всей вселенной, они изменялись медленнее, чем происходило изменение условий, и часто становились непонятными до тех пор, пока их не пересматривали в соответствии с последними данными. Например, миф о саде Эдема первоначально отражал переход от охоты к земледелию, но он также использовался для защиты идей табу, полового различия, нечестивости знания, слепого повиновения богу и первородного греха. Мифы даже разных племен легко смешивались и стали образовывать своего рода бессвязную общую *мифологию*. Именно из таких тотемических мифов после многочисленных изменений, но при наличии неразрывной традиции дошли до нас не только религиозные *кредо*, но также и научные теории.

2.4. ПРОИСХОЖДЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ НАУКИ

Различные виды знания, приобретаемые первобытным человеком из познания им орудий труда и производства, огня, животных и растений, ритуалов и мифов об обществе, в своих первоначальных успехах не очень отличались друг от друга. Всюду, где они существовали, они соединялись в одну общую культуру. Чтобы понять генезис науки из этой культуры, недостаточно описать ее развитие, не выходя за рамки опыта человека тех времен. Необходимо также изучить этот опыт в свете современной науки. Мы должны определить объем известного в тот или иной период, в той или иной области опыта в сравнении с относительной сложностью того, что должно быть познано. Полностью *рациональная* и полезная наука может возникнуть лишь там, где имеется какая-либо надежда на такое понимание внутренней деятельности части окружающей среды, которое достаточно для того, чтобы по желанию уметь обращаться ее на благо человека. Неодушевленный мир проще мира одушевленного и намного проще общественного, так что рациональный и в конечном счете научный контроль над окружающей средой неизбежно будет распространяться таким порядком.

Изготавливая и используя орудия, человек тем самым преобразовывал природу в соответствии со своим желанием. Это явилось истоком *рациональной механики*—овладения законами движения материи в пространстве, выраженным в умении обращаться с рычагом, луком, бумерангом и боласом. Даже не имея такого понимания действий природы, человек получал возможность в той или иной мере извлекать пользу из окружающей его среды, которая не имела никаких признаков порядка. Человеку было необходимо лишь знать, что ожидать, и брать то, что дает природа, причем он не нуждался в создании для себя чего-либо. Это—сфера *наблюдательных* и *описательных* наук, которые являлись основой искусства охоты и собирания плодов в определенные времена года. Кроме того, что поддается непосредственному воздействию человека, и того, что можно ожидать от природы, человек еще стремится применить свои способности, но другими способами, вначале в магии и позднее—в рамках религии.

Во всяком случае, интересы первобытного человека были строго ограниченными и сугубо практическими. Они сводились к обеспечению необходимого для жизни—пищи, животных и растений,—а также материалов для изготовления орудий и средств труда, которые, в представлении первобытных людей,

совместно с такими вещами, как небесные тела или особенности ландшафта, приносили им изобилие. Если область рационального и предполагаемого была небольшой, она все же составляла очень большую часть того, чем действительно интересовался первобытный человек. С развитием общества сфера действия науки неизмеримо выросла, но сфера интересов росла с такой же быстротой, а может быть, и быстрее. Нет оснований полагать, что первобытный человек чувствовал себя менее обеспеченным в своем мире, чем мы в нашем.

Механика

Начало *рациональной* области заложено в структуре физического мира и сенсорно-моторного механизма, который развивался у животных в течение миллиардов лет таким образом, что на каждой ступени они могли все лучше его использовать. Вначале она зарождается непосредственно из зрительно-двигательных элементов самого человеческого тела: унаследованных координированных действий глаза—руки, которые дали человеку такое преимущество над другими млекопитающими, в особенности, когда он стал общественным животным. Говоря другими словами, возможность рационального мышления человека возникает при его отношениях с окружающим его физическим миром. Обладая таким простым изобретением, как, например, рычаг, можно было со временем узнать, что произойдет с одним его концом, если передвинуть другой. Именно на основе координации глаза—руки впервые возникла рациональная наука механика. И именно в этой области, и вначале только в этой области, стало возможным *увидеть* и интуитивно *почувствовать*, как что-то действует. Это чувство было значительно укреплено знаниями, полученными из изучения первоначальной техники. Корни статике и динамики должны быть найдены в обработке, изготовлении и использовании орудий. Таким образом, еще задолго до того, как могла существовать какая-либо наука, человек уже имел внутреннюю и жизненно необходимую математическую логику в физическом обращении с определенными и абстрактными объектами. По мере развития науки именно физический аспект всегда оставался ведущим, с точки зрения рациональности, над другими аспектами науки.

Классификация в первобытной науке

Только позднее, много тысяч лет спустя, эти физические методы могли найти свое применение к другим аспектам человеческого опыта—химическому и биологическому, а также для того, чтобы сделать их логически понятными и управляемыми. Однако это отнюдь не означает, что основы биологических и общественных наук не были заложены в то время, а означает лишь то, что они неизбежно, в силу их внутренней сложности, должны были развиваться другим путем. Тем же рациональным способом невозможно *увидеть*, что случилось бы в результате любого действия в приготовлении пищи или напитков. Но это можно *узнать*, прежде всего сделав что-нибудь, а затем вспоминая и обдумывая проделанное. В этой области, и даже больше в сфере изучения поведения животных, знание, по существу, было традиционным. Оно было также строго иррациональным, ибо при существовавшем тогда уровне знания невозможно было понять и увидеть причины того, *почему* происходит то или иное. Однако это не обязательно *казалось* иррациональным, так как сама по себе известность опыта делала необязательным какое-либо объяснение. В любом случае всегда можно найти какие-то мифические объяснения, часто в виде абстрактных, но персонафицированных действующих лиц, подобных тотемическим предкам или духам. Поэтому различие между рациональной и описательной областями не было абсолютным. Кроме того, было много сходного и сопоставимого, что можно было сделать. Целые классы явлений были в некоторой степени подобны. В действительности именно в этой области возникла практика классификации, которая привела к развитию биологических и до некоторой степени химических наук. Эти первые классификации были неизбежно воплощены в языке, который содержит

в себе, в сущности, теорию о существах или вещах (существительные), способных к действиям или переживаниям (глаголы). Здесь также возникает своего рода описательное рассуждение по аналогии, большей частью базирующейся на магии, которая (аналогия) хотя вначале и была ошибочной, затем становилась все более и более несомненной в результате накопления и отбора фактов, подтвержденных опытом. Судя по живущим ныне дикарям, первобытные люди должны были делать совершенно ясное различие между областью опыта, в которой они умели хорошо управлять вещами и давать правильную оценку тому, что должно произойти, и областью, в которой они должны были полагаться на ритуалы и магию. Тем не менее тесная связь этих аспектов содействовала появлению весьма устойчивых культур.

Санкции традиций

Крайняя медлительность изменений, как было установлено археологическими данными, показывает, как строго придерживались традиций во всех областях первобытные люди. Это было возможно потому, что они инстинктивно ощущали единство всей их культуры и опасность отхода от тех или иных традиций. Могли ли они знать о том, что сулит им та или иная неудача при исполнении обычных ритуалов или произнесении магических слов, не повлечет ли это за собой неожиданный переворот во всем порядке природы, не лишит ли это их источников пищи или не принесет ли болезнь? Было безопаснее не производить каких-либо изменений до тех пор, пока обстоятельства сделают совершенно невозможным дальнейшее поддержание старых традиций.

2.5. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

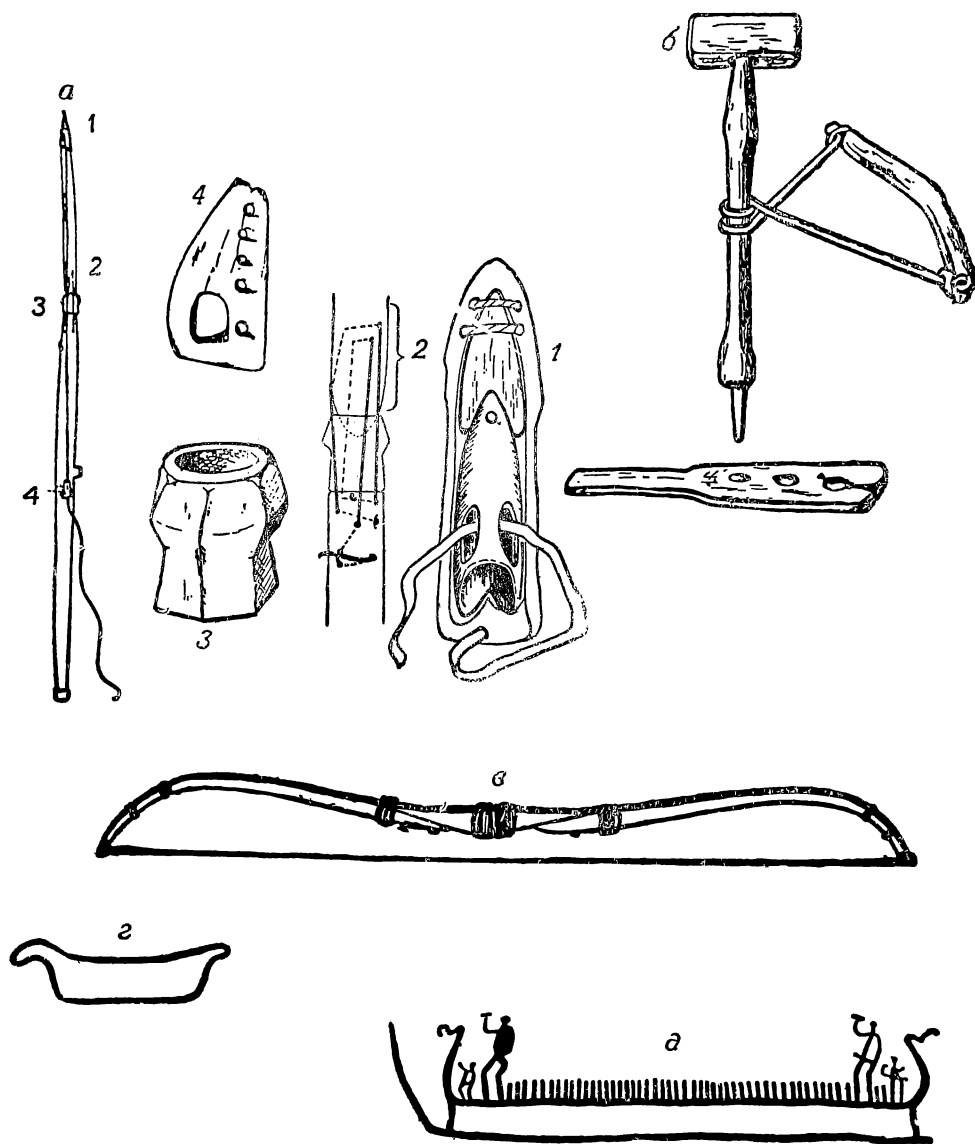
До сих пор мы рассматривали истоки науки в первобытном обществе лишь в чрезвычайно общем виде, придавая особое значение вопросу о том, как ее приспособленность необходимо привела к росту и лучшей организации *познания* материальной, биологической и человеческой среды. Но это только одна сторона вопроса. Другая представляет собой развитие и использование техники первобытным человеком, что приводило к изменению этого окружения и к дальнейшим коренным преобразованиям в самом образе его жизни. Люди осуществляли это двумя путями.

Каждое новое техническое приспособление в первую очередь расширяло область управляемого и используемого в окружающей среде. Новый тип орудия, как, например, болас, уже полностью разработанный в древнекаменный век, сделал возможной охоту на быстроногих животных на открытых равнинах. Новые средства труда могли иметь еще более важные последствия. Меховые одежды, хижины и огонь дали возможность первобытным людям зимовать на севере. Такие революционные изменения в технике дали возможность человечеству распространиться на новые земли и жить более уплотненно на старых.

Во-вторых, успешное использование новой техники, такой, как выжигание леса для расчистки земли, в течение длительного времени физически изменяло само окружение и приводило к возникновению новых проблем, для которых техническое изменение было жизненно необходимо. Другие кризисы, подчас не отличимые первобытным человеком от кризисов, обусловленных его собственной деятельностью, были порождены неподвластными человеку изменениями в окружающем его физическом мире, обусловленными в первую очередь климатическими изменениями. Оба эти типа преобразования среды требуют либо передвижения из старых районов, либо развития новой техники, которая действовала бы в новых условиях. Возникли ли технические изменения из самой культуры или же они подверглись влиянию изменений во внешних условиях, в которых они определенно имели место? Далее, как показывают археологические данные, эти изменения были главным образом прогрессивными и еще больше расширяли власть человека над окружающей средой.

Средства труда в конце древнекаменного века

Уже к концу древнекаменного века, как показывают археологические данные, человек имел в своем распоряжении множество разнообразных технических приспособлений—хижины, сшитые из мехов одежды, мешки и корзины,



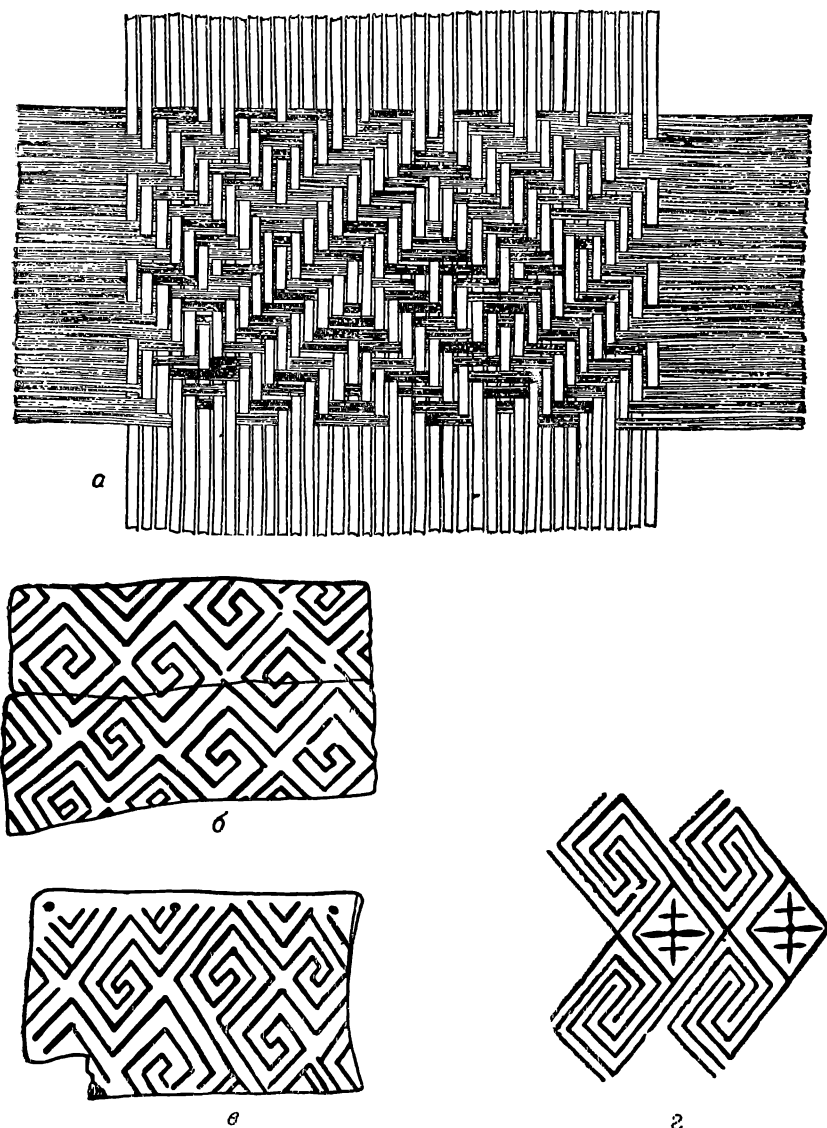
Р и с. 1. Первобытная техника.

Снаряжение эскимосов: *а*—гарпун со съёмным наконечником (составные части показаны в большем масштабе); *б*—лучковое сверло; *в*—составной лук.

Первые лодки (зарисованные контуры из Норвегии): *г*—лодка из шкур периода каменного века, подобная эскимосской итиак (лодка из шкур.—*Перев.*); *д*—лодка бронзового века; палочки означают гребцов.

лодки, крюки и гарпуны. Это очень легко объясняется, ибо было обнаружено, что большей частью, если не всеми этими предметами, пользуются современные дикари, в особенности эскимосы и в меньшей степени—южноафриканские бушмены и австралийские аборигены. Вся их техника ограничивается нуждами

собиранья и охоты. Преследование животных было не только основным направлением и целью жизни, но и давало материал для вооружения охотников, которое большей частью изготовлялось из остатков убитых ими животных.



Р и с. 2. Влияние техники плетения корзин на декоративное искусство (стр. 55, 62).

а—кусок тканной цыновки, показывающий, как греческий прямоугольный узор возникает из простых чередований; **б, в**—куски мамонтовой кости палеолитического периода из окрестностей Киева (обратите внимание на ошибки и искажения); **г**—узор с гробницы Тутмоса III (ок. 1500 лет до н. э.)

Взято из Велтфаша²·49).

Именно на основе такого охотничьего хозяйства были найдены решения большинства механических и технических проблем обработки и соединения материалов (рис. 1).

Интересно заметить, что, хотя материалы и менялись, большинство типов решений, найденных в то время для таких проблем, используется до сих пор и часто является основным базисом современной техники. Так, например, одна

из важнейших первых проблем цивилизации заключалась в поисках средств сохранения и перевозки жидкостей. Первые корзины и бутылки были сделаны из шкур, и хотя материалы изменились, методы производства были просто приспособлены для употребления листового металла для тех же корзин и банок. Даже когда стекло и пластмасса заменили кожу, основные формы остались теми же. Плетение корзин было в основном известно в древнекаменный век, так же как и происшедшее, вероятно, отсюда грубое ткачество^{2, 49} и изделия из глины. Дальнейшее развитие одежды и гончарного производства в тот период задерживалось не из-за какого-либо недостатка в технической возможности, но в силу того, что по условиям кочевой охоты женщины не могли долгое время оставаться на одном месте, чтобы производить все операции прядения, ткачества, валяния и крашения, и в то же время был небольшой спрос на такие предметы, как глиняные горшки, потому что их было тяжело возить за собой (рис. 2).

Метательные снаряды и машины

Особо важными для истории науки были механические приспособления, используемые при охоте. Копье, дротик, в высшей степени оригинальный бумеранг, праща и болас, действие которого зависит от довольно сложных динамических и аэродинамических движений систем в пространстве, являются последовательным совершенствованием простого искусства бросания палок и камней. Более тщательно разработанным и более важным для будущего было выдающееся изобретение лука, которое, вероятно, имело место лишь в конце древнекаменного века. Лук представляет собой первое использование человеком механического запаса энергии, которая накапливается в луке при медленном натягивании тетивы и быстро расходуется в момент пуска стрелы. Следовательно, лук является первой используемой человеком *машиной*. Он должен был привести к более результативной охоте, и его употребление, повидимому, распространилось с необычайной быстротой по всему миру (рис. 1).

Для истории науки лук интересен втройне. Изучение полета стрелы стимулировало появление и развитие *динамики*. Лучковое сверло, заменяя действия рук по кручению трута или сверла и освобождая одну из них, было первым примером поддерживаемого *вращательного* движения. Звук натянутой тетивы, вероятно, привел к созданию струнных инструментов, и, таким образом, это был вклад как в *науку*, так и в *музыку*.

Еще раньше был известен и другой способ извлечения музыкальных звуков с помощью духовых инструментов, из которых горн и труба восходят, вероятно, ко временам древнекаменного века. Из своего опыта первобытный человек достаточно хорошо знал, что воздух и ветер — материальны. *Пневматика* началась с дыхания. Его можно было направлять, выдыхая или вдыхая воздух через полые кости или тростники. Воздухом могли быть наполнены пузыри для переправы и он мог быть вытеснен из кузнечных мехов для раздувания огня. Его сила могла использоваться в *духовом ружье* для охоты или же в бамбуковом *воздушном насосе* для разжигания огня. Это движение свободного или управляемого поршня в цилиндре должно было привести к изобретению пушки и парового двигателя.

2.6. ОБЩЕСТВЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ И ИДЕИ

Так как археологические данные материальны, то, естественно, мы знаем гораздо больше о технических достижениях первобытного человека, нежели о его достижениях в области идей, но те небольшие доказательства, которыми мы располагаем, в сочетании с данными о жизни первобытных народов наших дней показывают, что эти идеи также должны быть весьма значительны. Во-первых, невозможно проводить целый комплекс механических и организационных работ в обществе, занимающемся охотой и не умеющем образовывать внутренние связи и общественную организацию. Охота часто проводилась

в больших масштабах и на таких животных, как мамонт или дикая лошадь, что требовало искусной расстановки сотен людей.

Кроме того, имеется прямое свидетельство о развитии мифов и ритуалов в палеолитических стоянках, в частности в местах погребения. Сам по себе факт того, что погребение практиковалось почти с самого начала древнекаменного века, указывает на существование того или иного отношения к судьбе человека после смерти. Отношение, казалось, было очень простым, погребения с орудиями и пищей являются доказательствами наличия веры в загробную жизнь, которая не очень отличается от такой веры в современных религиях. Но некоторые обычаи, как, например, покрывание трупов красной охрой в подражание крови, свидетельствуют о довольно широком применении магии. Это подтверждается всеми примечательными рисунками, которые нижнепалеолитический человек оставил в пещерах и скальных убежищах (стр. 46). Такие рисунки носили чисто магический характер и в основном делались для того, чтобы способствовать охоте и увеличению количества животных для нее.

Будет справедливо сделать вывод по аналогии с современными нецивилизованными племенами, что это свидетельство указывает на наличие целого комплекса ритуалов, состоящих, по существу, из танцев и песен, воспроизводящих успешную охоту на тех животных, которых изображали танцоры. Именно из таких церемоний должно было произойти театральное искусство, так же как и религиозные ритуалы. Подражание животным делалось, конечно, для *обмана* их, и его успех не должен был ограничиваться только животными. Обманные действия затем передадутся войне, а поэтический вымысел легко переродится в простую ложь.

Колдун

Вначале все должны были участвовать в ритуальных церемониях, но к концу древнекаменного века уже имеются доказательства начала специализации. Живопись в отдаленных, труднодоступных пещерах должна была производиться искусственным художником, который должен был, кроме того, еще довольно часто участвовать в охоте для поисков и изучения своих объектов: изображения в действии. Среди этих рисунков случайно были обнаружены отдельные фигуры переодетых мужчин, изображающих животных, которые, казалось, имели какое-то особое значение. В большинстве первобытных племен нашего времени мы находим колдунов, или *шаманов*, про коих думают, что они по-особому связаны с силами, которым подвластны части мира или окружающей среды, имеющие отношение в первую очередь к пище, но также к здоровью и удаче в жизни. Эти люди до некоторой степени освобождены от постоянной работы по добыче пищи и изготовлению орудий и вместо этого должны использовать свое магическое искусство для общего благополучия. Они также отвечают за сознательное сохранение традиционного обучения и, следовательно, за его изменение в развивающемся обществе. Поэтому их предшественники, жившие в древние времена, являются прямыми предками в области культуры святых королей, священников, философов и ученых.

Теория магии. Духи

Действия магов вначале, вероятно, базировались на бессознательной, а впоследствии на простой, по существу подражательной и симпатической разновидности теории действия вселенной. Исходя из данных о погребениях и рисунках, представляется, что эта теория была разработана уже в древнекаменном веке. Вначале подобия, а затем упрощенные *изображения*, или *символы*, могли настолько отождествляться с оригиналами, что действия, оказываемые на них, переносились с помощью таинственной притягательной силы на реальный мир. Неразрывная последовательная связь соединяет эти изображения и символы с теми, которые мы употребляем с таким успехом в современной

науке, но необходимы были целые столетия опыта и ожесточенных битв, чтобы провести грань между магическим и просто условным значением символизма.

Другим аспектом первобытного мышления, который на какой-то ступени отделился от подражательной или символической магии, была идея о влиянии, оказываемом *духами* на реальный мир и, следовательно, необходимость в установлении контроля над ними и их умиловивления. Идея духа сама по себе крайне изощренная. Вероятно, она возникла из-за того, что невозможно было постичь факты смерти, и первые духи, как показывает убранство могил, представлялись действительно телесными. Но, поскольку при жизни умершие были членами племени, предполагалось, что их духи продолжают свое общение с племенем. Думали, что духи умерших продолжают воздействовать на природу, как это делали живые люди своими непосредственными действиями или с помощью магии, и первоначально их сила не превосходила силы человека. И только позднее дух (дыхание—*breath*, дух—*geist*, душа—*soul*, психическое—*psyche*), который со смертью покидает тело, стал представляться обособленным от него и способным к собственной невидимой, но отнюдь не безрезультативной жизни.

В конце концов понятие о духе должно было разделиться на два совершенно различных понятия. С одной стороны, дух сильного человека преобразовывается в дух легендарного *героя* и отсюда—в дух бога^{2, 42; 2, 46}, чтобы стать центральной фигурой *религии*. С другой—дух отделяется от своего человеческого происхождения и превращается в невидимого естественного агента, вроде ветра или же предполагаемой активной силы, определяющей химические и жизненные изменения. Последние, очищенные от божественной природы, как будет показано в последующих главах, играли чрезвычайно важную роль в науке и прекратили свое существование тогда, когда были сведены к «духам» винной лавки*, или же остались в качестве «диких неукротимых духов»—газов (или хаосов) Ван-Гельмонта (стр. 346), которые в конце концов должны были попасть в камеру газометра.

2.7. ДОСТИЖЕНИЯ ПЕРВОБЫТНОГО ЧЕЛОВЕКА

Этот весьма короткий обзор техники и идей первобытного человека должен быть достаточен, чтобы показать то, как много было уже сделано к концу древнекаменного века в деле использования человеческого разума для распространения его власти над природой с помощью материальных орудий и через посредство деятельности общества по созданию традиций и ритуалов, обеспечивающих сохранение достигнутых успехов. Основы *механики* и *физики* были заложены в изготовлении и употреблении орудий, основы *химии*—в употреблении огня, а основы *биологии*—в практическом и передающемся по наследству знании о животных и растениях. Общественное знание содержалось в языке и искусстве и систематизировалось в тотемизме с началом формального обучения в церемониях посвящения.

Характер общества, обусловленный его зависимостью от охоты и собирательства, по существу, был общим без какой-либо заметной специализации и без разделения на классы.

Ограниченность охотничьей системы хозяйства

Высокий уровень технических и социальных достижений палеолитического человека был таким, что можно только удивляться, почему он не мог постоянно оставаться в этом положении. Действительно, с некоторыми народами, повидимому, так и случилось, но только в наиболее отдаленных местах, таких, как Арктика и центральная Австралия, или в тропических лесах. Однако до сих

* Игра слов: английское слово «spirit», кроме основного значения «дух», имеет еще значение «спирт», «алкоголь». Ср. «дух»—«дух». — *Ред.*

пор вызывает сомнение то, насколько эти последние являются сохранившимися со времен палеолита племенами, а не представляют собой просто неолитические группы, отброшенные особо трудными внешними условиями назад, ко вторичной палеолитической охотничьей и собирательской культуре. Что касается остального, то палеолитическая техника была, вероятно, очень хорошо приспособлена для выполнения своей основной цели—охоты на ограниченное число видов диких животных в небольшом числе мест распространения их, в частности на открытых равнинах. Если условия, определяющие их обилие, изменялись либо в силу климатических изменений, или же в результате истребительной охоты самих членов племени, то стада вымирали и члены племени либо были вынуждены переселяться в более удобные районы, либо умирать на том же месте (как это происходило со многими племенами и происходит в наше время), или же учиться менять свою охотничью культуру на другую, что является гораздо более трудной задачей.

Существенная слабость общества, занимающегося охотой, заключается в том, что оно является паразитическим, живущим за счет охоты на животных. Оно в состоянии получить наибольшую пользу от животных, какой только они обладают, но не в состоянии господствовать над ними любым позитивным способом, то есть такое общество могло убивать животных, но не могло кормить их или заставить размножаться. В действительности, вероятно, именно значительная эффективность охоты в эпоху верхнего палеолита стала основной причиной исчезновения крупных животных во всех легкодоступных для охоты местах. Другой действенной причиной было изменение климата, вследствие которого открытые удобные для охоты места в некоторых районах заменились лесами, подобно тому как это было в Западной Европе, или пустынями, как это было в Африке. Конечно, охота приблизительно в конце ледникового периода перестала быть наиболее прогрессивным типом человеческой культуры, и хотя ее искусство и даже ее общественная организация были сохранены, они продолжали существовать лишь как часть более богатой и более прогрессивной культуры, возникшей с изобретением земледелия.

Возможно, существовали также и внутренние причины, коренившиеся в форме палеолитического общества, которое сделало их менее способными бороться с окружающей их средой, но их все еще трудно анализировать. Первобытные общества на таком уровне материальной культуры в наше время редки, и их чисто внутренние трудности нам не известны из-за разрушающего влияния на них более развитых культур, в частности нашей культуры.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ЦИВИЛИЗАЦИЯ

3.1. ПЕРЕХОД К ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Земледелие

Эта глава охватывает периоды, которые обычно называются периодами неолита, или новокаменного века, а также бронзового века—периода ранней приречной цивилизации Египта, Месопотамии, Индии и Китая. Я не буду проследивать историю этих цивилизаций, а затрону лишь то, что касается их роли в зарождении науки.

Около восьми тысяч лет назад началась революция в производстве продуктов питания, которая должна была изменить весь материальный и общественный способ существования человека. Это произошло главным образом, если не целиком, в результате кризиса охотничьего хозяйства, которое мы рассматривали в конце предыдущей главы. Трудности, с которыми должен был в это время столкнуться человек, привели к интенсивным поискам новых или даже старых видов пищи, таких, как корни и семена диких трав. Эти занятия должны были привести к изобретению техники *земледелия*, являющегося наряду с употреблением *огня* и *энергии* одним из трех наиболее важных изобретений в истории человечества. Подобно всем великим преобразованиям, оно представляло собой не единичный акт, а постепенное накопление связанных между собой изобретений всего содействовавшего основному достижению—разведению злаков. В сущности, это был переход общества от эксплуатации живой среды к господству над ней, первый шаг на пути к достижению полностью производительной экономики.

Зарождение земледелия

Точное время зарождения земледелия определить трудно, и, вероятно, еще долгое время оно будет оставаться предположительным. Ограниченность растений и животных, используемых в сельском хозяйстве, весьма небольшим количеством тесно связанных между собой видов съедобных семян, трав и крупного рогатого скота указывает на возникновение его в определенный период, в некоторой ограниченной области, вероятно на Среднем Востоке. Нет даже уверенности в том, всегда ли выращивание сельскохозяйственных культур и приручение животных были связаны или это явилось результатом одновременного зарождения чисто земледельческой и чисто скотоводческой культур. Свидетельство^{2.11.75}, кажется, указывает на ту же альтернативу. Первоначально животных мог привлекать превосходный корм, оставленный выращивавшим злаки человеком, и возможно, они таким образом приручались. Приручение не было чем-то совершенно новым: собака была приручена уже в древнекаменном веке. Меня поразила одна незаметная, но важная мысль, а именно, что почти универсальное средство для скашивания злаков—*серп*, начиная с его формы и зубьев, которыми он был первоначально снабжен, очевидно, является подобием челюсти овцы или другого жвачного животного, которая представляет собой очень действенную травяную косилку. Однако им едва ли пользовались, если бы не было огромного количества овец, которые на самых первых ступенях развития земледелия, повидимому, легко приручались. Выращивание сельскохозяйственных культур в любом случае является гораздо более важным изобретением, чем приручение животных, ибо без обеспечения кормами обычно невозможно содержать нужное количество животных в ограниченном районе. Далее, рынок сбыта мяса, шкур и шерсти,

необходимых для горожан, характерен для экстенсивного скотоводческого хозяйства. Кочевое племя пастухов или скотоводов, жившее на равнинах, нуждалось в таком же количестве земли, какое было бы необходимо для охоты на тех же, но диких животных, а если бы не было рынка, на котором можно было приобрести оружие, украшения и дополнительные продукты питания, то эти племена вряд ли стремились бы поменять охотничий азарт на заботы, связанные с уходом за животными.

Однако возделывание зерновых культур может возникнуть и без какой-либо коренной ломки культуры в богатом кормами районе, где имелось изобилие диких злаков, которые женщины собирали и сохраняли в корзинах в местах постоянных поселений. Довольно много семян разбрасывалось повсюду для того, чтобы из них затем произросли злаки, стоящие того, чтобы их сжать. *Изобретение* земледелия едва ли является много большим, чем такое понимание этого случайного явления, которое достаточно ясно для оправдания практики посева злаков в качестве *умышленного жертвоприношения* хорошей пищи с тем, чтобы иметь более обильный ее возврат в следующий сезон. Это предполагает известную оседлость, которая в любом случае могла определяться ограниченностью открытых участков земли в лесу или же обводненных участков в степи. Имеется ряд доказательств того, что земледелие могло возникнуть на аллювиальных наносных отложениях горных потоков по краю степей, которые должны были служить естественным прибежищем для людей и зверей, когда начиналась засуха на равнинах.

Так как собирание зерен было женским занятием, земледелие было, по всей вероятности, *изобретением* женщин и в любом случае было женской работой, по крайней мере до изобретения мотыги, которую тянули быки, или плуга, ибо он был сделан из *мотыги*, происходящей от *палки с загнутым концом* древнекаменного века, которую женщины употребляли для выкапывания корней. В тех местах, где не охота, а земледелие было основным способом добывания пищи, соответственно повышалось положение женщин, а развитие тенденции перехода от определения родства по матери (*материнской линии*) к определению родства по отцу (*отцовской линии*), которое первоначально породило охоту, приостанавливалось и прекращалось. Только там, где преобладало скотоводство, как это было на землях, граничащих с земледельческими поселениями, произошел полный переход к патриархату, как это описано в Библии.

Но каково бы ни было его происхождение, земледелие привело к существенно новым отношениям между человеком и природой. Человек перестал вести паразитический образ жизни за счет животных и растений с того момента, как он смог вырастить на небольшом участке столько же продуктов питания, сколько мог добыть с помощью охоты или собирательства на обширной территории. Занимаясь земледелием, он установил *господство* над живой природой благодаря познанию ее законов воспроизводства и тем самым добился новой и еще большей независимости от внешних условий. Вначале земледелие было просто царапаньем земли, огородной культурой, насаждаемой на временно расчищенных, а затем покидаемых участках земли,—оно было своего рода кочевым земледелием, до сих пор практикующимся многими племенами нашего времени. Но даже на таком низком уровне практика земледелия имела революционизирующее влияние на материальную и общественную культуру человека. Если земледелие сравнить с любым из изменений, происшедших в древнекаменный век, то оно знаменует новую форму прогресса. Переход к земледелию привел к новому типу общества, *качественно* отличного от предшествующих в силу колоссального *количественного* роста числа людей, которые могли бы прокормиться на той же земле. Охота должна была быть почти непрерывной, а земледелием занимались лишь в определенное время года. Большинство населения могло освобождаться для других целей в определенные периоды. Итак, земледелие принесло новые возможности, а с ними и новые проблемы.

Полевые и домашние ремесла

Само по себе земледелие вызвало появление целого ряда новых технических приемов для выращивания сельскохозяйственных культур и приготовления из них пищи, таких, как посев, мотыжение, жатва, молотба, уборка, размол зерна, выпечка хлеба и пивоварение. Вместе с ними появился целый ряд вспомогательных технических приемов—таких, как ткачество, которое стало возможным благодаря обильному снабжению шерстью и льном,—таких, как гончарное производство и строительство хижин, возникшее из возможностей и потребностей, порожденных постоянным местом жительства. Строительство хижин было известно и в древнекаменном веке, но только в тех местах, где было достаточно диких зверей, что заставляло устраивать постоянные поселения. В земледельческих общинах оно было повсеместным. Все это исподволь подготавливало новый шаг в развитии культуры. Потребности и материальные средства для него были налицо. Деспотизм старых обычаев должен был породить новые условия. Новый фактор заключался в появлении реальной собственности, хотя вначале она была *общинной*, а не *частной* собственностью. В охотничьих общинах большинство того, что было произведено, потреблялось на месте и только постоянно необходимое имущество—приспособления для охоты, кухонная утварь и одежды—сохранялось и находилось большей частью в личном пользовании. В земледельческих же общинах земля, крупный рогатый скот, хижины и склады с зерном всегда существовали как в той или иной степени сохраняемое *имущество*, большей частью общинного владения, и должны были быть найдены средства для охраны и распределения его. Вначале это достигалось путем расширения и дальнейшего усложнения тотемической групповой организации. Управление было одинаково совместным внутри каждой группы, и ритуальные обмены, точно регулируемые обычаями, производились между родовыми группами в торжественных случаях, таких, как свадьбы или похороны. Однако новые методы производства оказались в конечном счете несоответствующими старой системе распределения. Товарообмен начинает заменять ритуальный обмен, отдельные индивиды начинают предъявлять свои требования на продукты своего труда, и таким образом появляется *частная собственность* с ее неизбежным следствием—*имущественным неравенством*. Однако следующая ступень—формирование *общественных классов*,—по всей вероятности, не получила своего развития до основания городов.

Труд

Земледелие также ввело и новое понятие в общественную жизнь—понятие *труда*. Во времена охотничьей культуры труд не рассматривался как нечто обособленное от остальных сторон жизни. Действия были тесно связаны с их результатами. Вы охотитесь, чтобы добыть пищу, которую вы и ваши соплеменники намереваетесь сразу же съесть. Но в земледелии плоды своего труда вы получаете лишь по истечении большого промежутка времени, и к тому же многие из этих действий были сами по себе утомительными и изнурительными, лишенными охотничьего азарта. Правда, снабжение пищей было более надежным, но возможность удивительных охот и великих пиров отпадала. И действительно, переход от охоты к земледелию был переходом, который известен из наших легенд как «падение человека». Человек покинул «рай», или «эдем», который означает равнину, или место удачной охоты, чтобы заняться трудом, добывая хлеб в поте лица своего.

Наука и новые ремесла

Тем не менее введенное земледелием весьма косвенное отношение труда к его результатам привело к дальнейшему расширению понятия причины и следствия, которое должно было стать основой рациональной и осознанной науки. Так, вся история жизни животных и растений стала к тому времени

предметом наблюдения. Было необходимо знать не только то, как поймать животное или собрать растения, но и то, как они размножаются и растут. Соответственно новым техническим приемам, появившимся с возникновением земледелия, были введены и новые математические и механические понятия. *Ткачество* определенно является дальнейшей разработкой искусства плетения корзин, а оба они включают прежде всего практическое овладение, а затем уже осмысление закономерностей, являющихся основой *геометрии* и *арифметики*²⁻⁴⁹. *Формы образцов*, производимых ткачами, и *количество* пряжи, используемой в производстве, имеют, по существу, *геометрический* характер, что приводит к более глубокому пониманию отношений между *формой* и *количеством*. *Прядение*, кроме разве лучкового сверла, было первой промышленной операцией, использовавшей *вращение*, и, вероятно, в свою очередь привело к употреблению колеса, которое в следующий период должно было *революционизировать** механику, промышленность и транспорт. *Гончарное* производство, с другой стороны, было первым косвенным применением огня и потребовало гораздо большего умения владеть им, чем это было необходимо для освещения, отопления и приготовления пищи. Использование глиняных изделий в свою очередь должно было расширить рамки операций по приготовлению пищи, должно было сделать возможным выплавку металлов и появление первоначальной химии (рис. 2).

Эпоха неолита

Период между первым изобретением земледелия и основанием городов обычно известен как новый каменный век, или эпоха неолита. Он был назван так потому, что в нем употреблялись шлифованные и отесанные каменные орудия вместо оббитых орудий древнекаменного века. В центрах древней цивилизации он длился приблизительно с 5000-х годов до 3000-х годов до н. э. Эта культура, характеризующаяся шлифованными орудиями, охватывает, однако, гораздо больший период времени, и действительно, еще много людей на земле и по сей день живут на уровне культуры эпохи неолита. Случилось так, что эти ныне существующие неолитические культуры возникли двумя путями. Некоторые культуры, вероятно, являются прямыми наследниками первобытной неолитической культуры, широко распространившейся из своих первоначальных центров на Среднем Востоке, другие, возможно, возникли в результате более позднего расселения народов бронзового века, которые передвигались в районы, где, будучи отрезанными от продуктов производства их родных городов, они утрачивали все, кроме их основной неолитической материальной культуры, и сохранили лишь определенные идеи бронзового века, такие, как поклонение Солнцу. Первые «мегалитические племена длинных курганов», которые пришли в Великобританию 4000 лет тому назад, возможно, были именно такой группой. Вероятно, то же произошло и с полинезийцами, которые расселились на островах Тихого океана во времена нашего средневековья.

Сама устойчивость неолитической культуры в большинстве мест ее распространения показывает, что в то время человек достиг нового равновесия, хотя в тот период скорее благодаря продуктам земли и климату, чем с помощью животных и растений в их природном состоянии, как это было раньше.

Формализация религии

Это преобразование в материальном базисе жизни общины, которое пришло с изобретением земледелия, было тесно связано с глубоким воздействием на духовную сферу, что нашло свое выражение в новых ритуалах и мифах.

* Выделяя эту часть слова, автор, видимо, хочет подчеркнуть латинский корень этого слова—*«volute»* («вращать»), который с приставкой *«re»* означает «перевернуть». — *Прим. ред.*

Неолитическая община занималась главным образом разведением зерновых. Соответственно в тотемических ритуалах, имевших целью увеличение количества и воспроизводство растений, роль женщины была выделена и получила дальнейшее развитие. Наиболее характерными были обряды *плодородия*, в которых для стимулирования роста зерновых использовались изображения человеческих половых органов. Влияние дождя на рост растений лишь косвенно, через посредство его влияния на жизнь животных, замеченное еще во времена охотничьей культуры, в эпоху неолита становится вопросом жизни и смерти. Подражательная магия вызывания дождя становится второй главной целью обрядов.

Такое сосредоточение внимания имеет тенденцию еще больше упорядочить ритуал и магию и преобразовать их в *управление* и *религию*. Весенние праздники, а также праздники урожая начали устраиваться регулярно. Избирались королевы или короли зерна и заклинатели дождя, причем их окружали уважением и наделяли властью, так как они считались существенно необходимыми для жизни общины. Необходимость похоронить или убить всходы прежде, чем сможет вырасти новый урожай, привела к идее *жертвоприношения*, даже человеческого жертвоприношения, в котором самого короля или его представителя призывали умереть ради блага его народа.

Сельская культура

Характерной экономической и культурной ячейкой общества эпохи неолита является *поселение*. Должны были пройти многие столетия, прежде чем развились сложные взаимоотношения технических и экономических операций, проводимых в селении, которые обеспечивают его практическую независимость на своей собственной территории. Сельская экономика, однако, строго ограничена в территории и возможности изменения. Даже там, где в этой экономике заняты тысячи людей, как это имеет место в современных африканских селениях, она все же остается экономикой, в которой почти все жители большую часть своего времени заняты сельскохозяйственными работами или же изготовлением товаров местного производства и местного потребления. Натуральное хозяйство поселения неолитического периода способствовало распространению последнего, но оно препятствовало его дальнейшему развитию.

3.2. ЦИВИЛИЗАЦИЯ

Приречная культура

Первый шаг на пути к более широкому размаху действий был сделан тогда, когда люди попытались заниматься земледелием на обширных наносных долинах таких крупных рек, берега которых не заросли густым лесом, то есть, которые протекали в своем нижнем течении через засушливые земли. Они, возможно, начали селиться у нижних речных наносов, где семена можно было сеять во влажный ил, как до сих пор делают племена, живущие в верхнем течении Нила, а затем постепенно перешли к осушению болот и рытью речных каналов. Возможно также, что занятие земледелием на небольших возвышенных равнинах могло просто постепенно привести людей вслед за спускавшимися с этих участков потоками в большие равнины. И в том и в другом случае существовал побудительный мотив для рытья каналов и строительства дамб. Так или иначе, возникла новая система земледелия, базирующаяся вначале на естественном, а затем уже на искусственном орошении. На подобной территории поселение переставало быть естественной экономической ячейкой. Наводнения и засухи не считались с границами поселения; насыпи можно было воздвигнуть, а каналы—прорыть лишь совместным трудом жителей многих поселений, и вода должна была справедливо распределяться между

ними. Когда подобное сотрудничество, хотя бы между полдюжиной поселений, удавалось наладить, урожай на земле каждого из них увеличивался. Это знаменует новый, количественный прогресс в производстве продуктов питания, ибо он дал возможность еще большему количеству людей жить на той же земле, и это в свою очередь привело к качественным изменениям в общественной организации.

Распространение координации общественной деятельности

Координация общественной деятельности на гораздо большей территории, нежели территория обычного поселения, была действительно необходима для того, чтобы получать полную выгоду из приречно-долинного земледелия; но, установившись, она консолидировалась сама собой. Простое увеличение размаха деятельности часто ведет к непредвиденным возможностям. Когда племена из поселений, лежащих по берегам Нила, добровольно или насильственно объединились так, что образовалась единая экономическая ячейка (*unit*), они получили возможность почти сразу производить так много прибавочного продукта, что на протяжении двух или трех столетий смогли выдерживать неимоверное экономическое бремя государственных работ первой египетской империи.

Другой пример из более близких нам времен показывает важность влияния самой организации без каких-либо заметных технических изменений. Империя инков в Перу возникла из объединения энного количества независимых племен, каждое из которых обрабатывало свой участок долины, сооружало свои ограниченные оросительные каналы и жило за счет своей собственной продукции. Энергичное господствующее племя инков впоследствии, чтобы стать своего рода священной аристократией, частично благодаря умелым политическим действиям, частично насильственно объединило эти племена. Оно, таким образом, получило возможность распоряжаться всей долиной, как единым целым (*unit*), рыть длинные каналы, сооружать террасы на всех горных склонах и управлять соответствующим распределением и присвоением пищи. Результатом такого хозяйства явилось то, что в течение многих столетий существования этой империи ни один человек в Перу не оставался голодным. В данном случае для нас интересно то, что, хотя эта система и не пользовалась какой-либо новой техникой, она обеспечивала прибавочный продукт, вполне достаточный для содержания правящего класса инков—«детей солнца»—в весьма значительной роскоши, и к тому же давала им возможность в течение нескольких столетий достичь довольно высокого уровня духовной культуры и возвести замечательные архитектурные сооружения.

Цивилизация могла появиться и впервые пустить корни только в хорошо обводненных речных долинах, где возделывание почвы могло производиться естественно текущими оросительными каналами. Позднее она должна была распространиться в отдельных местностях благодаря проведению более сложных инженерных работ по поднятию уровня воды в реке с тем, чтобы она пошла в каналы, расположенные выше ее уровня, а также работы по рытью колодцев и сооружению насыпей; однако до начала железного века эта цивилизация не могла распространиться дальше аллювиальных равнин. Ранние цивилизации соответственно ограничивались количеством благоприятных зон, главные из которых—известные нам долины Месопотамии, Египта, Индии, а спустя несколько столетий—долины Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи, Хуанхэ и Янцзы.

Происхождение города

Мы склонны думать, что *цивилизация* (*civilization*) возникла прежде всего из *города* (*city*)—*civitas*,— который и дал ей свое название. Но в действительности город был следствием, а не причиной возникновения цивилизации. Город отличается от селения тем, что большинство его жителей—не земледельцы, они не занимаются производством продуктов питания, а являются

административными работниками, ремесленниками, купцами и рабочими. Прежде чем мог быть создан город, необходим был такой высокий уровень развития техники земледелия, чтобы жители города, не производящие продукты питания, смогли бы жить за счет прибавочного продукта, создаваемого деревенским жителем. Как мы уже видели, такая техника земледелия требует прежде всего какой-то централизованной организации. Это означает наличие целого штата административных работников, объединяющих ряд селений. Одно из них, где находился храм главного тотемического божества, естественно, становилось *городом*, где собирались и накапливались избыточные продукты из остальных селений. Так как мы не знаем, где были первые города, то переход от деревни к городу кажется более внезапным, чем это, вероятно, было. Из существующих городов Иерихон является, повидимому, самым старым, ибо здесь сложенные из камня стены встречаются тогда, когда горшечное дело не было еще известно. В нижней Месопотамии возможно проследить переход от деревень к мелким городам, построенным на том же месте. Значительно более позднее создание некоторых городов^{2, 46} было связано с влиянием идеи и даже опыта того, что должен представлять собой город. Это доказывается тем, что города образовались путем слияния части или всего населения нескольких деревень.

Город мог возникнуть прежде всего из селения, где находился главный маг района, ведавший распределением воды, по указаниям которого организовывалось орошение. Здесь не было необходимости в каком-то весьма внезапном переходе. Первоначально рытье каналов и устройство шлюзов неизбежно не многим отличались от расчистки существующих протоков и прорытия отверстий в естественно образовавшихся плотинах, так же как уже в нашу эру развитая система дамб Голландии развилась из песочных ям и земляных насыпей. Здесь, как и при всяком начале дела, искусстве не созданное (*technè*) следует природе (*physe*); Теофраст говорит «... очевидно, что искусство подражает природе, а иногда создает и весьма своеобразные предметы, причем некоторые из них для пользы, другие—лишь для развлечения, вроде украшений для зданий, а иные—и для развлечения и для пользы»^{2, 442, 139}. Сам по себе город может быть укрепленным естественным холмом, убежищем от наводнения, затем становящимся священным местом храма, где он высился подобно горе, будучи прототипом Вавилонской башни.

Однако с созданием города появилось и новое деление—между городом и деревней. Это произошло не сразу—в течение веков большинство горожан владели землей за стенами города и обрабатывали ее. Прибавочный продукт, образовавшийся благодаря большей эффективности земледелия, поступал в город; не много оставалось для сельских жителей. Жизнь крестьянина Египта периода первых династий фараонов была, вероятно, хуже, чем его предков, живших в период неолита, как в отношении свободы, так и условий работы, хотя он лучше и регулярнее был обеспечен пищей. Но положение египетского крестьянина того времени было ничуть не хуже положения его потомков—феллахов недавнего прошлого.

Развитие строительства домов

Вначале города едва отличались от деревень: несколько хижин, каждая из которых имела помещение для скота, местожительство для одной семьи, а чаще—для нескольких ее поколений вместе со слугами и рабами. По мере роста населения количество хижин во дворе все увеличивалось, причем они часто строились в виде стен с навесом, образующих тем самым первые настоящие дома. Такие дома начали строиться из необожженных кирпичей, так как тростниковые хижины были подвержены опасности пожара. Жизнь обитателей дома была сосредоточена внутри двора, внешние стены не имели окон. В жаркую погоду семья спала на крыше под навесом, и позднее появились верхние этажи с окнами. Промежутки между домами постепенно сокращались и превращались в улицы, хотя некоторые промежутки были оставлены для

базаров, а остальные—для садов. Вокруг всего этого, по мере роста частной собственности и угрозы войны, была построена стена, сужающая и стесняющая город еще больше. Когда возникла угроза гражданских распри, была построена и внутренняя крепость, или цитадель (кремль), опираясь на которую вооруженные люди могли господствовать над городом и куда они могли отойти в случае необходимости.

Храмы, божества и жрецы

Город был расположен вокруг *храма*, или большого дома, где одно божество с помощью его жрецов постепенно вытеснило маленький пантеон местных деревенских тотемических предков или стало во главе их.

Учреждение *богов*—это, по существу, следствие городской жизни, появившееся в результате возвышения простых родовых духов из-за вновь приобретенного богатства. По этой причине божеством могло быть и животное, как это было в Египте, или же оно могло иметь своего животного двойника, подобно Зевсу и его орлу. Первые божества, которых мы встречаем в шумерийских легендах 5000 лет тому назад, были действительно очень похожими на людей. У них были свои советы, свои ссоры и споры, очень похожие на советы сельских старейшин. В каждом городе, раньше или позднее, один бог и его супруга обычно становились господствующими, но другие божества не уничтожались, им отводились подчиненные роли. В то же время рост городов был ознаменован все возрастающим отделением бога от племенных и сельских дел и физическим отождествлением бога с его домом в городе и с тем, что его землями управляли его жрецы. С самого начала эти жрецы распространились в городе и присваивали наибольшую часть его доходов. Они были наследниками колдунов древнекаменного века и королей-магов ранних земледельческих общин, хотя в Египте король-маг оставался фараоном, правителем и верховным жрецом. *Жрецы* образовали первый управленческий класс, обладающий определенными и действительно важными функциями—они распоряжались распределением воды и семян, определяли время посева и уборки урожая, ведали запасами зерна, сбором и распределением скота и продуктов животноводства.

Служители храма и ремесленники

Однако физическая работа, необходимая для поддержания экономики, не выполнялась жрецами или выполнялась только символически. Например, мы видим изображения верховных жрецов древних шумерийских городов, несущих первую корзину с землей при рытье канала, и египетских фараонов, держащих в руках мотыгу совсем так же, как их потомки в наше время закладывают камни в основание чего-нибудь. Для сбора, хранения и охраны прибавочного продукта требовалась целая группа служителей храмов. Сам по себе храм превратился в учреждение, нуждающееся в строительных и ремонтных работах и приготовлении к чрезвычайно пышным обрядам и празднествам. Трапеза бога должна была быть хорошо обеспечена. Возвышенный бог, естественно, интересовался лишь духовным содержанием пищи, тогда как жрецы были вынуждены довольствоваться ее материальными остатками. Вся эта деятельность требовала наличия рабочих, которые стремились все более специализироваться и постепенно отходили от сельскохозяйственных работ. Строители и плотники, гончары и ткачи, мясники, пекари и пивовары скоплялись вокруг храма, и на их долю доставалась, хотя и умеренная, часть его доходов. Первое полное *разделение труда* имело место тогда, когда эти ремесленники занялись своим делом, оторвавшись от земли. Ничто не могло быть слишком хорошим для богов, и при наличии снабжения сырьем, которое гарантировалось излишком сельскохозяйственных продуктов, ремесленники быстро совершенствовали свою технику. К старым ремеслам прибавились новые, такие, как ремесло ювелира и специалистов по обработке металлов. В городах

старая родовая организация поселений, уже подорванная появлением частной собственности, ограничивалась формальной ролью или же продолжала существовать в качестве цеховой организации людей специальных ремесел^{2.46.332}.

Классовое деление общества

До настоящего времени очень мало написано об исходном процессе преобразования деревни в городское хозяйство. Данные об этом, возможно, и существуют, но они еще не получили полного истолкования. Мы чрезвычайно нуждаемся в экономическом и социальном анализе действительно первобытных городов бронзового века, подобно анализу греческих городов железного века, который дал Томсон^{2.46}. Когда археологи открыли их, казалось, что ранние города уже далеко ушли по пути *классового деления общества*, и ранние законы совершенно ясно говорили об этом. В кодексе Хаммурапи (ок. 1800 года до н. э.), например, мы находим на табличке о наказаниях за членовредительство следующее:

«Если человек выьет глаз другого человека, они могут выбить его глаз. Если кто-либо сломает кости человека, то они могут сломать его кости. Если кто-либо выьет глаз свободному человеку или сломает кости свободного человека, он заплатит одну манну серебра. Если кто-либо выьет глаз раба, принадлежащего человеку, или сломает кость раба, принадлежащего человеку, он заплатит половину его цены»^{2.226}.

Это изречение предполагает деление на три категории. В наиболее ранних городах мы находим граждан, разделенных согласно их богатству, включая жрецов, купцов и свободных ремесленников; кроме того, домашних рабов и за чертой города—крестьян, которые, по существу, являлись крепостными, принадлежащими храму.

Мы можем лишь делать догадки о ранних ступенях расслоения такого классового общества, большей частью опираясь на имеющиеся у нас более поздние и более доступные данные о Греции. Классовое деление общества возникло в результате все возрастающего изменения в *распределении* продуктов сельской общины, осуществлявшегося под надзором жрецов, которые, действуя от имени бога, присваивали все большую и большую часть продуктов, а также вследствие допуска в среду населения некоторого количества людей, лишенных гражданских прав, и иностранцев, которые вообще не имели никаких прав на долю этих продуктов.

Торговля и купцы

Возникшее в результате неравенство в дальнейшем углубилось и стало постоянным в результате торговли, которая сама возникла из ритуальных обменов и позднее стала необходимой. Вначале торговля сводилась к простому товарообмену, затем в качестве единиц измерения стал использоваться либо крупный рогатый скот (*респица*), или ценные товары, удобные для обмена в силу легкости их доставки, такие, как жемчуг, золото и серебро и в конце концов деньги. Нужда в специалистах-торговцах первоначально возникла из потребности в иноземных товарах, вызывающей необходимость путешествий или даже вооруженных экспедиций. Эти *купцы*, первоначально официальные представители города или короля, впоследствии обрели самостоятельность и стали жить в основном за счет торговли. Вначале храм короля был основным складом и укрепленным местом, в котором была сосредоточена вся экономическая жизнь. Сюда доставляли собранные натурой налоги; отсюда велось распределение продуктов питания и сырья. Большинство ремесленников были фактически крепостными, получающими сырье и продовольствие от их духовных или знатных хозяев и сдающими им готовую продукцию, хотя даже в ранние времена ремесленники стали до некоторой степени независимыми людьми, покупающими сырье и продающими свои изделия. Неимущие люди продавали свой труд за плату. Одни в силу необходимости брали займы, другие от

избытка давали займы под большие проценты; тех, которые не могли заплатить долг, продавали в рабство.

Закон и государство

Законы должны были развиваться для предотвращения таких сделок, которые вели к убыткам храма или к кровопролитию. Эти законы встречаются в самых ранних письменных документах. В некоторых из них мы находим все—регулирование цен, заработной платы и платы врачу. Так, например, в кодексе Хаммурапи мы находим, что плата за правку кости или за лечение больных внутренностей составляла пять чекелей с человека, три чекеля со свободного человека и два чекеля с раба—последнее должно быть заплачено его хозяином.

Сила, обеспечивающая соблюдение этих законов, не могла уже оставаться, как во времена охотничьего хозяйства или даже сельской общины, лишь традиционным знанием того, что разрешается и что запрещено, или даже родовой ответственностью за дела любого члена данного рода, когда все дела разрешались кровной мстью или улаживались торжественным вознаграждением. Для города, где существовало социальное неравенство, был необходим аппарат насилия.

В городах Месопотамии первоначальный совет горожан, встретившись с угрозой внешнего и внутреннего насилия, пролагает путь к единоличному правлению либо в форме *энси*, или верховного правителя храма, либо в форме *лугаля*, или великого военачальника, а одновременно и жреца бога. В Египте божественный жрец-король—фараон с самой первой династии был главой государства. Проведение в жизнь законов, а также сбор налогов осуществлялись служителями храма с помощью полицейских сил. Король также присвоил себе право *наказания* посредством наложения штрафа, заключения в тюрьму, избиения или смерти. Власть в государстве хотя номинально и принадлежала одному человеку, в действительности зависела от поддержки всех высших классов жрецов и купцов, сдерживаемых лишь боязнью народного восстания.

Мы проследим в этой книге подъем и упадок—развитие и дифференциацию *классового общества* в течение его пяти тысячелетнего существования. Мы увидим его в свою очередь в качестве общественной формы, содействующей, тормозящей или уничтожающей возможности прогресса человечества. Однако нет ни капли сомнения в том, что оно имеет в основном прогрессивный характер с самого начала своего существования. Классовое общество дало огромный толчок развитию техники и началу рационального подхода к ней, из чего должна была возникнуть наука.

3.3. ТЕХНИКА ЦИВИЛИЗАЦИИ

Открытие металлов

Организация земледелия в приречных долинах была решающим экономическим фактором при возникновении городов. Важный прогресс в технике, сопутствовавший возникновению городов, заключался в открытии и использовании металлов, в частности *меди* и ее сплава—*бронзы*, по имени которой была названа целая эра ранней цивилизации. Каким бы огромным ни было значение металлов для развития техники и науки в последующие эпохи, они не могли уже приобрести такого значения, какое имели с самого начала. Слово «металл» возникло из греческого корня, означающего «искать», что говорит о редкости их в ранние времена. Вначале металлы были такой редкостью, что они употреблялись лишь на предметы роскоши. В сельском хозяйстве и в большинстве городских ремесел употреблялись каменные орудия. Металл даже не был крайне необходим для цивилизации. Ни один из крупных городов

племен майя и ацтеков никогда не знал металла; кроме употребления его на украшения, все их орудия были сделаны из камня.

Металлы, за исключением золота и частично меди, не существуют в природе в чистом виде, поэтому их извлечение и изготовление предполагают длительный опыт и даже, возможно, обдуманную экспериментальную работу. Первоначальный толчок, возможно, исходил из интереса, который первобытный человек, даже в древнекаменный век, проявлял по отношению ко всем случайно обработанным или случайно окрашенным вещам. Куски металлической руды неизбежно привлекали его внимание, и в действительности они были обнаружены в ожерельях и других украшениях, относящихся к тому периоду. Вероятно, не случайно в то время велась весьма значительная торговля малахитом, и он использовался, как наиболее легко отделимая часть медной руды, например в качестве средства для подкрашивания глаз в додинастическом Египте. Использование металла для изготовления орудий должно было рассматриваться как нечто второстепенное.

Вначале стали использовать золото в силу того, что оно было наиболее заметным в природном состоянии²⁻¹⁸. Но самородки золота, непохожие на тяжелые и хрупкие камни, используемые для орудий, были пластичны. Эти слитки можно было ковать, и техника обработки металла развилась задолго до того, как научились извлекать его из руды. Хотя самородки меди и не так бросались в глаза и не были так красивы, все же они могли разбиваться на куски, достаточно твердые для изготовления орудий. Было замечено, что если вначале нагреть металл или обжигать его перед ковкой, то обработка его будет облегчена. Подобное единение металлов с техникой горячей обработки, вероятно, привело к следующим шагам: восстановлению или выплавке карбонатной медной руды, к плавке и литью полученного металла. Недавние изыскания²⁻¹⁸, кажется, показывают, что эти шаги имели место в таком порядке. И для восстановления и для плавки необходима более высокая температура, чем та, что может быть достигнута на обычном костре, и имеются доказательства, указывающие на их связь с производством глазурованных горшков в печи для обжига при наличии хорошей воздушной тяги. Основная проблема при рассмотрении происхождения металлургии заключается в том, что месторождения чистой меди или поверхностные окисленные медные руды обычно встречаются на холмах, отдаленных от центров земледелия. Пока еще не ясно, возникла ли металлургия в горных районах и продукция ее быстро потреблялась в городах, или же и руды и металл вначале собирались в городах и технический прогресс был достигнут здесь. Даже если последнее было причиной, транспортные затруднения в начале века металла заставляли людей, выплавлявших руду, селиться возле рудников.

Результаты употребления металлов

Изготовление металлических орудий и утвари является техническим достижением, знаменующим новое качественное изменение в области господства человека над окружающей его средой. Металлические орудия, гораздо более ценные и прочные, чем каменные орудия, а металлическое оружие, во много раз эффективнее каменного в борьбе как против животных, так и против своих врагов—других людей. Металлические сосуды выдерживают огонь, не давая трещин.

С другой стороны, металлы в течение многих веков были очень дороги. Медные руды встречаются в отдаленных и недоступных местах, и то в небольших количествах, а оловянные руды—еще реже. И те и другие являются необходимыми компонентами *бронзы*, обладающей низкой точкой плавления, которая делает возможным *литье*. Бронза гораздо тяжелее меди, и употребление ее привело к превосходству металла над камнем при изготовлении всех орудий и оружия. Металлы и их руды предполагают торговлю с отдаленными районами и вместе с ней неизбежно высокую по тому времени стоимость транспорт-

ных расходов. Это должно было намного увеличить цены на них в городе. Следовательно, металлы вначале использовались лишь для украшения храмов, изготовления посуды для королевского стола, орудий для городских ремесленников и затем, как только война приобрела более общий характер,—оружия.

Ремесло кузнеца

Техника изготовления металла и использование металлических орудий имели громадное значение для других отраслей техники и расширяли знания ремесленника о физических и химических свойствах материи. Листовой металл и проволока делались путемковки, волочения и литья; необыкновенно быстро развились сварка, паяние и клепка. Эти технические приемы использовались для изготовления дорогих и сложных украшений, сосудов и статуй. Ввиду того что обработка таких металлов, как бронза, серебро и золото, развивалась в отличие от гончарного производства и ткачества в сравнительно поздний период, она, вероятно, с самого начала замыкалась в узкой гильдии *кузнецов*. Это был профессиональный род, один из первых примеров того, что должно было стать целой системой *каст* меньшинств в Индии. Специалисты по обработке металла должны были составлять очень замкнутую гильдию, так как многие процессы изготовления металла хранились в секрете до недавнего времени или же были вовсе утрачены, поскольку не осталось ни одного письменного источника (стр. 333).

Первые кузнецы, кроме тех, которые занимались горным делом и плавкой металла, в основном имели дело с обработкой металла, находящегося в слитках или в виде скрапа. Большинство из них должны были жить в городах, но нам известно из сохранившихся до наших дней складов скрапа и полуизготовленных орудий, что они также должны были разъезжать по стране подобно весьма искусным лудильщикам^{2,18}.

Ценность металлических орудий и оружия заключалась не только в их прочности. То, что металлическое орудие могло иметь меньшее сечение, чем каменное, позволяло делать его режущие части ровными, а не просто зазубренными или изломанными. Так, использование металлических орудий, в частности *ножа, долота и пилы*, преобразило обработку дерева, создав *плотничье ремесло*, и позволило практически повсеместно применить *кирпичную кладку*. Создание первых машин, в частности колесной повозки и водяного колеса, стало возможным лишь благодаря металлу. Даже в основном ремесле—земледелии—мотыга, которую тянула упряжка быков, или плуг стали полностью эффективны лишь тогда, когда металл заменил камень в деле обработки земли.

Транспорт

Механические изобретения ранней цивилизации предназначались как для непосредственного, так и для длительного воздействия. Само существование ранних городов зависело от умения организовать эффективную транспортировку массы материалов. Продукты питания необходимо было доставить из сельской местности в город для его многотысячного населения, коммерческие товары надо было обменивать на товары других городов, а металлы, дерево и даже камень привезти из отдаленных лесов и с гор. Это привело к значительным усовершенствованиям и радикальному обновлению средств перевозки, что должно было иметь далеко идущие последствия для цивилизации и особенно для роста науки.

Корабль

По мере развития ранних цивилизаций, происходившего на первых порах в долинах больших рек и в районе их дельт и озер, они с самого начала должны были в основном зависеть от водного транспорта. Под воздействием этой потребности постепенно, благодаря почти незаметным добавлениям создавались примитивные, выдолбленные из дерева каноэ, связки тростника, бам

буковые плоты, которые под постоянным воздействием практики превращались в полезные суда, способные перевозить большие грузы. Действительно, раннее политическое объединение Египта стало возможным и даже необходимым благодаря использованию Нила в качестве водного пути. Первые лодки и суда приводились в движение с помощью гребков или весел и должны были остаться в таком состоянии в течение многих столетий. Однако в какое-то время, приблизительно в начале цивилизации, появилось другое выдающееся изобретение—*парус*. Это значительно увеличило область применения судов; но, кроме того, оно является изобретением первой важности, так как в нем впервые была применена неживая *сила* для нужд человека. Парус явился прототипом ветряной и водяной мельницы, паровых двигателей и самолетов, которые должны были появиться позже.

Реки и озера были местом проведения экспериментов, связанных с рискованным путешествием по морю, хотя здесь рыбаки, возможно, предвосхитили купцов. Морские путешествия, в свою очередь, привели к возникновению новых проблем, связанных со строительством судов, требуя более прочной конструкции, чем та, которая была необходима для речных судов. Далее, и что имело наибольшее значение для дальнейшего развития науки, эти путешествия вызвали необходимость ориентации в открытом море, вне видимости земли. Наиболее примитивный способ состоял в том, что на поиски земли выпускали птицу, как в легенде о Ноевом ковчеге. Поиски земли по звездам означали возникновение некоторого представления о карте. Практическая астрономия была нужна не только для составления календаря, но и для мореплавания, ориентирующегося по солнцу и звездам.

Колесо

Не менее важным для дальнейшего прогресса техники и науки было развитие наземного транспорта, который сочетал в себе две крайне важные идеи: использование *силы животных* и *колеса*. Животные приручались и выкармливались вначале для пищи, для удовлетворения возросших нужд прежних охотников. К тому же времени животные обрели новую функцию—работать, возить колесные повозки и заменять женщину при обработке земли мотыгой, что преобразовало мотыгу в *плуг*.

Первое использование животных для перевозок было, вероятно, связано с появлением вьючного седла. Чисто умозрительно, ввиду отсутствия каких-либо картин, где бы изображалось, как он делает это, можно себе представить, что древний человек должен был проявлять большую осторожность при верховой езде даже на осле. После седла, возможно, появилась *travois* (волокуша), вьюк, привязанный к двум жердям, волочившимся по земле, которые еще до сих пор употребляются некоторыми народностями в Сибири. Однако это изобретение, вероятно, не является прототипом повозки, так как у наиболее ранних из них мы встречаем скорее ярмо и жердь плуга, чем оглобли волокуши. Необходимость перевезти более тяжелые предметы, которые было невозможно разъединить, такие, как стволы деревьев для балок или камни для огромных построек, появилась лишь с возникновением городов. Первым решением этого вопроса было создание саней, вероятно лишь расширенного варианта легких салазок лесных охотников. Тяжелые сани можно было спустить под гору, но на ровных местах стволы деревьев использовались в качестве катков.

Решающий переход от саней на катках к повозке, вероятно, произошел под влиянием города, однако когда повозка была создана, она быстро распространилась и в сельских местностях. Действительная изобретательность заключалась в умении так прикрепить прочный каток к самой повозке, чтобы он мог вращаться не отделяясь от нее. В ранних месопотамских повозках и некоторых индийских повозках до нашего времени ось вращается вместе с колесами, прикрепляясь к телеге кожаными ремнями. Это был первый настоящий *подшипник*, хотя *дверь* с ее подпоркой и муфтой должна была примыкать к нему.

Следующая ступень в развитии колесной повозки наступила с удлинением концов, прежде всего с помощью прочных брусьев, чтобы сделать *колеса*, и с изобретением кожаного, а затем металлического обода колеса для скрепления этих брусьев. Первоначально колесные повозки появились, вероятно, у шумерийцев еще до того, как они возникли в Месопотамии. Египтяне, чьи города никогда не были расположены более, чем в нескольких милях от Нила, для транспортных нужд большей частью пользовались лодками, и поэтому у них колесные повозки появились очень поздно. Легкие колеса со спицами для военных колесниц, свободно вращающиеся, появились гораздо позднее, почти в конце бронзового века, ибо для этого требовалось очень точное искусство *колесного мастера*.

Эти изобретения должны были иметь громадные материальные и научные последствия. Повозка и плуг сделали возможным распространение земледелия на все открытые равнины—дальше за пределы старых цивилизаций. Двухколесная повозка начала бронзового века, запряженная быками, явилась первым прототипом закрытого вагона, который должен был спустя четыре тысячи лет открыть прерии Нового Света. В низинных странах всюду, где могли пользоваться плугом и повозкой, они увеличили прибавочный продукт сельского хозяйства, так же как сделали возможным вывоз грузов в другие страны. Рычаг и наклонная плоскость, уже использовавшиеся при сооружениях огромных храмов и пирамид, легли в основу *механики*. Использование колеса, из которого должны были возникнуть водяные колеса и блоки, должно было создать на этих основах новое здание теории, которая смогла подняться с земли до вращающихся небесных сфер. 12 спиц жертвенного колеса означали месяцы года, в то время как само колесо в движении превратилось в солнечный крест, или свастику,—символ, который вначале означал доброе, а затем зловещее предзнаменование. В то же время возросшие возможности и расширение перевозок с помощью телег и еще больше—судов наряду с необходимостью знать месторождения ценных материалов привели к обдуманному исследованию и к зарождению географии.

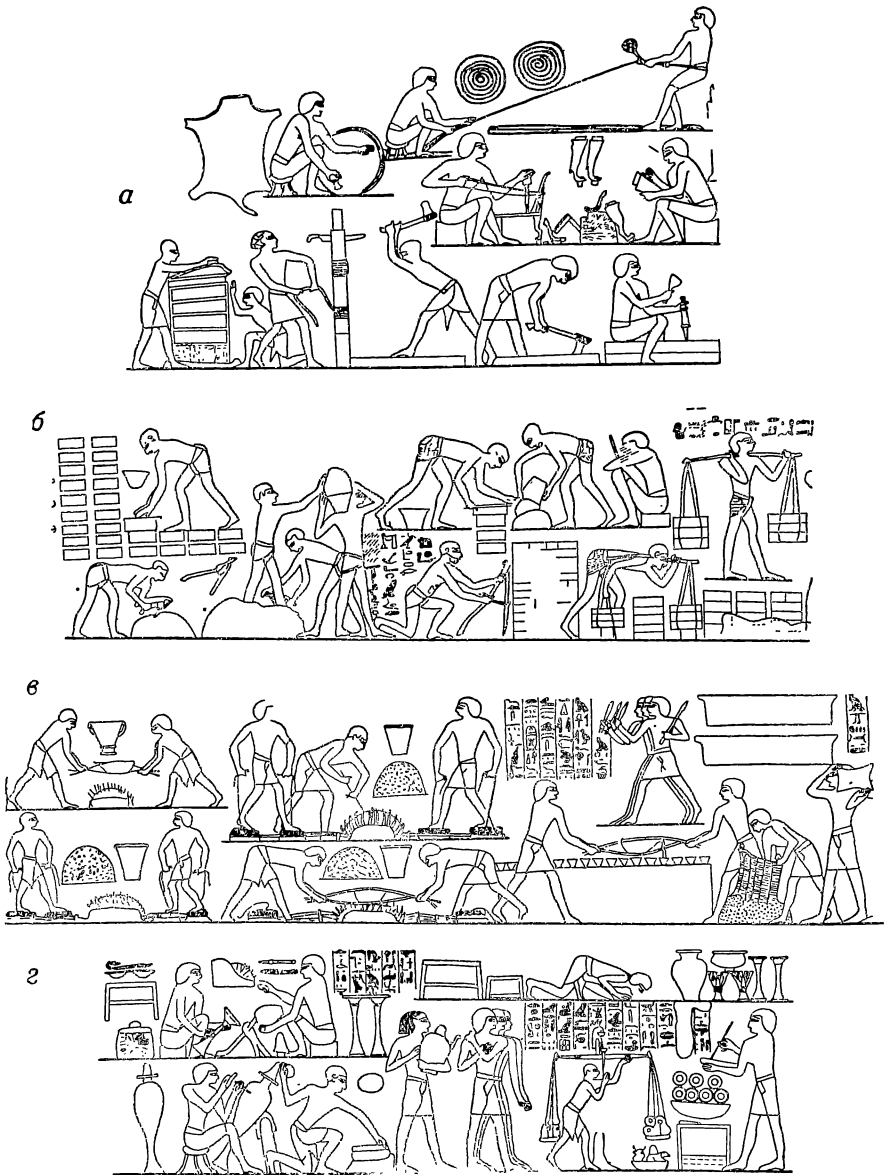
Изобретение и последующее развитие всех этих новых достижений техники создали чрезвычайно обширное поле для научного понимания, так же как во времена, когда организационные нужды новой цивилизации пробудили духовные средства, с помощью которых такое понимание можно было выразить и передать.

3.4. ПРОИСХОЖДЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ

Счет, письменность и наука

Огромный размах работ, а также значительные количества материалов и служб, связанных с деятельностью городского храма, вызвали это качественное изменение, которое знаменует начало осознанной науки. В первую очередь, когда жрецы не могли больше надеяться на свою память, они были вынуждены каким-либо образом записывать *количество* получаемых и раздаваемых товаров. Это предполагает употребление *измерения*, вначале как просто удобное—корзины пшеницы, кувшины пива, куски ткани, а потом в целях сравнения товаров возникла необходимость в определенной стандартизации. Был принят ряд определенных храмовых или королевских единиц измерения и постепенно, для пользы внешней торговли, частично приведен в соответствие с единицами разных городов. Вероятно, позднее, но все же очень рано, появились меры *веса*, означающие употребление *весов*, что имело неисчислимые последствия для науки. Весы должны были быть продуктом города; в сельском хозяйстве не существует ничего, что нельзя было бы сосчитать или измерить—отара овец, воз дров. Они впервые потребовались для драгоценного металла, который не может быть измерен и где слово «кусок» является слишком неопре-

деленным и поэтому необходимо взвешивание. Весы—единственный способ сравнения тяжести—обладают всеми признаками, характеризующими их как *научное* изобретение. Прототипом весов было, вероятно, коромысло и корзина



Р и с. 3. Египетская техника, изображенная на гробнице Рехмира (ок. 1470 года до н. э.).

а—изготовление веревок (виден качающийся груз) и столярные работы (видно употребление лучкового сверла, долота и пилы), *б*—изготовление кирпичей и строительство (видно приспособление—коромысло для переноски тяжестей); *в*—отливка бронзы (видны приводимые в действие ногами мехи и отсутствие щипцов); *г*—отделка ваз и взвешивание драгоценных металлов (видно сходство весов с приспособлением для переноски кирпича).

носильщика грузов, уравнивающего его на плече. Однако необходимо значительное уменьшение чашки весов, чтобы они стали действительно удобными для взвешивания драгоценных металлов (рис. 3).

Цифры и иероглифы

Даже до стандартизации единиц измерения было важно записывать *число* предметов, будь то количество голов крупного рогатого скота или корзин пшеницы, которые собирались или передавались кому-либо другому. Вначале это делалось с помощью простых зарубок на палках, затем—с помощью отдельных черточек, написанных на табличке или куске глины, а еще позже—с помощью более разработанной системы обозначения больших чисел. Для записей, где то, что оставалось под вопросом, могло быть забыто, цифровой символ сопровождался картинкой или условным символом определенного предмета для обозначения уже сосчитанного.

Благодаря распространению этих символов появилась возможность замены и действий и предметов, и постановки на их место слов либо путем передачи только их смысла, как это имеет место в китайском языке, либо путем частично звуковых, частично смысловых сочетаний, как в месопотамской клинописи или в египетских иероглифах, которые возникли, вероятно, под влиянием клинописи^{2.20}. Окончательное упрощение алфавита до его современного вида, где символы означают звуки, а не слова, произошло лишь в железном веке. Таким образом, *письменность*, это величайшее из изобретений руки и ума человека, постепенно возникла из счета. Как указывал Спайзер: «Письменность не была продуманным изобретением, но была в полном смысле случайным побочным продуктом частной собственности»^{2.44}. Вначале стали записываться официальные заявления в целях пропаганды, восхваление королей, гимны в честь бога, а позже всего—научные и литературные произведения.

Математика, арифметика и геометрия

Математика или, по крайней мере, *арифметика* появились еще раньше письменности. Оперирование с обозначениями предметов (простыми символами) означало первую возможность производить простейшие операции—сложение и вычитание—без подсчета реальных предметов. Таким образом, это было операцией противопоставления одной совокупности предметов другой. Вначале появилась стандартная совокупность—десять пальцев двух рук, *единицы (digits)** арифметики, основа *десятичной* системы. В надписях на пирамиде злой дух просит душу египетского фараона показать, может ли он сосчитать свои пальцы, и душа фараона с триумфом выдерживает это испытание. Для более сложного счета—сложения и вычитания—могли употребляться камни (*calculi***), от которых произошло наименование всех наших *расчетов (calculation)*. Позднее они были заменены бусинками, нанизанными по десять на проволоке, тем самым образовав первую и до сих пор еще весьма употребительную счетную машину—счеты. Введение измерения дало возможность распространить сложение и вычитание на количества (величины). Более сложные действия умножения и деления появились тогда, когда были введены делимые величины, в частности величины, связанные с общественными работами—рытьем каналов, возведением пирамид.

Действия, связанные со строительством, сами по себе внесли свой вклад в основы геометрии, вероятно, еще до появления землемерной съемки. Первоначально городские здания были просто сельскими хижинами, сделанными из дерева или тростника. В городах, тесно застроенных и где существует опасность пажара, глинобитные дома или постройки из утрамбованной глины представляли собой шаг вперед по сравнению с тростником. Следующий шаг—изобретение стандартной формы куска высушенной глины, кирпича,—должен был иметь еще большие последствия. Возможно, кирпич не был оригинальным изобретением, а копией, сделанной из единственно доступного мате-

* Слово «digits» имеет значение не только «единицы», но и означает «пальцы». —Прим. ред.

** Латинское слово «calculus» означает камень, в том числе—счетный камень. —Прим. ред.

риала в равнинной местности—каменных плит, которые появились естественно и служили опорой сухих стен, возводимых на холмах. Кирпичи было невозможно складывать удобно до тех пор, пока они не стали прямоугольными, а их использование неизбежно привело к идее *прямого угла* и употребления *прямой линии*, которая первоначально была натянутой веревкой рабочего, изготовляющего веревки, или ткача (см. рис. 3).

Практика строительства строения из кирпича, в частности больших религиозных сооружений в форме пирамид, привела не только к *геометрии*, но также и к понятиям *площади* и *объема* геометрических фигур и тел, которые можно вычислить, если известна длина их сторон. Вначале можно было узнать лишь объем прямоугольных блоков, но нужды постройки наклонных, сходящихся вверх конусообразной стены, привели к более сложным формам, подобным формам пирамид. Вычисление объема пирамид было высшим достижением египетских математиков и предвосхитило методы интегрального исчисления^{2, 35}.

Также из строительства возникла практика составления масштабного плана. Такой план города с указаниями архитектора был, например, изображен на статуе Гудеа из Лагаша (около 2250 года до н. э.)^{2, 28, 265}. При наличии таких математических методов правитель мог спланировать все операции по строительству из кирпича или камня. Он мог точно высчитать количество необходимых рабочих, количество материалов и продуктов питания, требующихся для них, и время, которое займет эта работа. Такие технические приемы стали быстро распространяться из города в сельскую местность в виде составления плана полей, вычисления их площадей и размеров урожая с точки зрения доходности. Это и есть истоки *картографии* и *землемерной съемки*. Именно это практическое использование впоследствии привело к возникновению слова «геометрия»—измерение земли. В действительности *математика* вначале возникла как вспомогательный метод производства, который стал необходимым и возможным с появлением жизни в городе (см. рис. 4.)

Астрономия и календарь

Умение считать и производить вычисления, вытекавшее из практических нужд правителей храма, нашло свое прямое применение в других качествах—для составления календарей и развития *астрономии*, которое оно повлекло за собой. Древний человек должен был уделять некоторое внимание солнцу, луне и звездам, но он был более склонен сосредоточивать его на более ярко выраженных небесных явлениях, таких, как буря, чем на совершенно устойчивых и регулярных явлениях смены дня и ночи. Такой календарь в меру необходимости был связан с луной, которой посвящается множество обрядов и мифов^{2, 46}, но он вначале мало стимулировал развитие математики и астрономии.

С появлением земледельческой цивилизации время года стало важнее месяца. Когда появилась необходимость планирования земледельческих работ в широком масштабе, нужно было знать, когда начинать подготовку к проведению таких работ. Конечно, природа часто давала очень хорошие указания. Первое из них, которое впоследствии превратилось в религиозный предрассудок—*предсказание*, возникло из весьма практического установления связи между птицами и временами года. Кукушка знаменита тем, что она возвещает весну. Ее, возможно, даже считали священной за то, что она приносит весну. Проницательный наблюдатель природы обладал прекрасным календарем, совершенно не беспокоясь о счете дней.

Однако, по крайней мере в одном месте—долине Нила, разлив—регулярное, ежегодное явление, к которому необходимо подготовиться заранее. Действительную продолжительность года—365, 2422 дня не легко установить. Для этого необходимы длительные и тщательные наблюдения за солнцем и звездами. Такие наблюдения проводились жрецами в Египте уже около

2700 годов до н. э. и привели к составлению солнечного календаря, которым продолжают пользоваться в течение тысячелетий.

Шумерийцы и их наследники в Месопотамии были слишком преданы Луне, чтобы принять такое простое решение. Вместо этого они взялись за решение гораздо более трудной задачи—приведения в соответствие лунного и солнечного календарей. Для этого требовалась запись наблюдений, проводившихся на протяжении многих поколений, и развитие точных вычислений. Именно здесь развилась шестидесятичная система—360 градусов в окружности (почти достаточно для числа дней в году), 60 минут в часу, 60 секунд в минуте, которую мы до сих пор употребляем для измерения углов и времени. Эти календарные расчеты проводились с помощью обширных *математических таблиц*. Эти таблицы представляли собой разработку таблиц, употреблявшихся для деловых расчетов. Из них возникла в основном наша *алгебра* и *арифметика*, включая имеющую всеобщее значение систему цифр, которая спустя столетия должна была возвратиться под названием арабских (вавилонских, персидских и индийских) цифр и которой мы пользуемся до настоящего времени²⁻³⁵.

Астрология

Практика наблюдений, проводившихся в храмах всех древних цивилизаций, включая цивилизации Америки, выходила далеко за пределы потребностей составления календаря. Солнце, как регулятор года и носитель урожая, стало таким же объектом поклонения, как божество. Луной, хотя она и была вытеснена с господствующего положения, которое она занимала во времена охотничьего уклада жизни, все же не пренебрегали, причем наблюдения распространились и на яркие блуждающие звезды—планеты, считавшиеся менее значительными божествами.

Все это было гораздо большим, чем требовалось для земледелия и даже для мореплавания, но к тому времени имелась необходимость в составлении календаря и астрономических данных, которые приобрели религиозный смысл. Сам по себе календарь был необходим для фиксирования целого ряда больше прежнего усложнившихся религиозных праздников, добросовестное соблюдение которых, так же как в наше время мы соблюдаем наше воскресенье (Sunday)*, считалось существенно важным для сохранения порядка в природе.

Астрономия нашла и другое применение. Изучение ее с самого начала было связано с религией. Она имела дело с небесным миром, где духи, в частности духи святых королей, жили после смерти. Вначале небесный мир изображался весьма похожим на земной шар. Египтяне представляли его как плоскую равнину, расположенную на холмах, через которую протекает небесный Нил—Млечный Путь. Вавилоняне вначале изображали его как внутреннюю часть большого четырехугольного шатра, в котором звезды подвешены, как лампы. И только после изобретения колеса появились возможности точного воспроизведения вращения небес по своей оси вокруг полюса. Китайская астрономия, вероятно, начала с этой идеи вращения. На это указывает древность существования *пи*, предмета, похожего на колесо, изображающего небеса, который можно было эффективно использовать для фиксирования положения звезд Большой Медведицы. В китайской астрономии в течение многих веков сохранилось господство скорее обращающихся вокруг полюсов, нежели эклиптических звезд³⁻⁴.

Идея регулярного вращения небес придавала огромное значение движениям небесных тел. Доказывалось, что если такие регулярные повторные явления на небесах влияют на природу и вызывают смену времен года, то они должны равным образом влиять и на условия жизни человека. Вначале только

* Автор подчеркивает буквальный смысл английского слова «Sunday» — «день солнца». —Прим. ред.

божественная особа короля была *en rapport* (в общении.—*Перев.*) с небесами, и каждый индивид, который был в состоянии заплатить, мог регулировать свое поведение с помощью звезд. Семь планет полностью вошли в быт человека, и они до сих пор определяют дни недели*. Даже их порядок—Солнце, Луна, Марс, Меркурий, Юпитер, Венера—был первоначально астрологическим. Астрология была всегда тесно связана с астрономией, и, несмотря на ее существенные ошибки, она явилась основной причиной того, почему люди в течение тысячелетий занимались наблюдением звезд, которые, если бы они не верили в астрологию, казались бы очень отдаленными и бесполезными.

Медицина

Другим занятием, которое наряду с астрономией отличалось тем, что оно являлось профессией высших классов, было занятие медициной. Но здесь при всем весьма вероятном величии престижа действительный успех в силу значительной сложности живых организмов неизбежно был значительно меньшим. Фактически в то время врач ничего не умел делать, кроме лечения явных ран, вывихов и переломов, а также попыток предотвратить самоубийство пациента или убийство его родственниками из-за неумелого лечения или диеты. Однако доктора могли преуспевать в области диагностики. В городе они имели достаточно больных, что давало возможность сравнить один случай с другим, и такие сравнения, распространявшиеся благодаря беседам и систематизированной традиции, сами по себе являются зарождением науки. Врачи задолго до появления письменности изустно передавали свои традиции, вначале не выходя за рамки узких родов, которые потом расширились с помощью обучения и усвоения (стр. 110). Из наблюдения за болезнями и даже из записей их, насколько нам известно из чрезвычайно интересных примеров, которые мы встречаем в ранних египетских папирусах²⁻⁹, возникли науки *анатомия* и *физиология*.

Прогноз—знание того, чем, вероятно, кончится заболевание,—был особенно важен в ранние времена, поскольку законы, по крайней мере у вавилонян, показывают, что врач-неудачник мог не только преследоваться, но ему даже могли выколоть глаз, если по его вине ослеп глаз пациента. Поэтому не удивительно, что многие описания случаев в египетских папирусах кончаются словами «случай неизлечимый».

Официальная медицина систематизировала растения и ископаемые вещества, знание о которых передавалось по традиции от колдунов и знахарок первобытных культур. Некоторые из растений или веществ были отобраны в силу их очевидного действия на человека и стали использоваться в качестве слабительного или рвотного; другие—благодаря их менее явному целебному действию при некоторых болезнях, как, например, южноамериканские индейцы нашли хинин для лечения малярии; но большинство лекарств, вероятно, имело чисто магическое значение, основанное на сходстве с человеческим телом, вроде мандрагоры. Городские врачи могли, однако, ездить по более обширной местности в поисках лекарств и могли организовать их изготовление. Именно скорее из этого, нежели из земледелия, возникла *ботаника* и первые ботанические, или лечебные, сады¹⁻³⁹.

Ранняя химия

Химия никогда не поднималась до уровня науки в бронзовом веке, и даже почти до конца железного века. Тем не менее ее основы заложены в многочисленных наблюдениях и практике специалистов по обработке металла, ювелиров и гончаров. Процесс выплавки руд, очистки металлов, окраски их, покры-

* В английском языке, как и во многих других языках, названия дней недели, как в приводимом выше случае с воскресеньем, связаны с названием небесных тел.—*Прим. ред.*

тие глазурию—все это представляло собой сложные химические реакции, которые должны были изучаться во многих опытах, большей частью безуспешных. Положительные результаты воплощались в рецептах, которые должны были заботливо передаваться по наследству и точно исполняться. Мы пока еще далеко не все знаем о достижениях этих ранних химиков, но уже то, что нам известно, достаточно внушительно²⁻³⁷.

Ранние химики были знакомы, по меньшей мере, с девятью химическими элементами—золотом, серебром, медью, оловом, свинцом, ртутью и железом²⁻¹⁸, а также с серой и углеродом. К тому же они пользовались и различали сплавы других элементов, таких, как цинк, сурьма и мышьяк. Они знали также разнообразие реактивов, сухих и жидких, включая щелочи, такие, как поташ и аммиак (в виде перебродившей мочи), и спирт в пиве и вине. Приборы этих химиков ограничивались глиняными и металлическими сосудами, они еще не имели стали и не умели обращаться со спиртами и газами.

Один мощный стимул должен был произвести переворот в их методе работы, направив ее по пути создания рациональной и количественной науки, а именно—недостаточность и дороговизна материалов, с которыми им приходилось иметь дело. С самого начала драгоценные металлы должны были взвешиваться и учитываться, и пропорции, употреблявшиеся в сплавах, фиксировались, и их придерживались. *Химический анализ*, или апробирование, который представляет собой отделение металлов, находящихся в сплаве или в виде примеси в рудах, естественно возник из необходимости извлечения наиболее драгоценных металлов и предотвращения подделок. Это был решающий шаг в истории химии, и хотя мы не можем точно определить его время, мы можем сказать, что он был сделан тогда, когда появились предметы из чистого золота вместо природного сплава золота и серебра—*electrum*. Из более поздних источников мы знаем о некоторых процессах, таких, как процесс использования сурьмы для отделения серебра от золота и пробирной чашки для отделения свинца из серебра. Изумительный успех и продолжительность существования этих методов выявились благодаря тому, что рецепт для пробирной чашки в древних египетских папирусах—костяная зола, замоченная в пиве,—до сих пор рекомендуется как способ для изготовления пробирных чашек. Изумительный вид блестящих бус из блестящего серебра, который неожиданно появляется из массы мертвенно тусклого окисла свинца, производил глубокое впечатление. Все это было не только центром интересов алхимиков, но здесь кроются и истоки спиритических аналогий об очищении огнем и чудесном воскрешении тела (стр. 105) (см. рис. 8).

То, что мы не располагаем ни одной работой по древней теории химии, не означает, что ее не существовало. Хотя она, возможно, и никогда не была формально выражена, древние химики показывают в продуктах их труда, что они были знакомы с основными принципами окисления и восстановления и могли вводить и удалять такие не-металлы, как сера и хлор.

Так как эти химики главным образом имели дело с изготовлением украшений, они, в частности, хорошо освоили искусство изготовления красок, и поскольку появлялось нечто материальное, они выверяли результат тем, насколько он был похож на нужное. Пытаясь сделать медь похожей на золото, они изготовили *бронзу*, при попытке изготовить голубую бирюзу, или ляпис-лазурь, они изготовили голубую *глазурь*, из которой потом произошло стекло. То, что ранние химики были творцами многих поразительных преобразований, привело их к мысли, что нет ничего невозможного для их искусства. Этот здоровый научный оптимизм позднее выродился в мистическое суеверие—*алхимию*.

Ранние химики никогда не считали себя таковыми, а думали, что они специалисты по обработке металлов, золотых дел мастера и ювелиры. Они были техниками высокой квалификации и имели тесные связи с жрецами и двором, но они были людьми, выполнявшими ручную работу в некоторой степени гряз-

ной профессии. Их знания нельзя было считать наукой наравне с астрономией, математикой и медициной. Она осталась ремеслом, черным ремеслом—*chem* в коптском языке.

3.5. КЛАССОВЫЕ КОРНИ РАННЕЙ НАУКИ

Даже из этого краткого очерка научных достижений ранних цивилизаций можно увидеть, к каким огромным успехам привело создание городов. Также должно быть ясно, что научные достижения в отличие от технических ограничиваются лишь теми, которые вытекают из проблем управления значительными территориями. Поэтому науку развивали жрецы, и они же сдерживали ее развитие, ибо лишь они владели средствами письменности и исчисления. Сам термин «иероглифы»—письмена жрецов—убеждает нас в этом. Объединение обучения и науки в руках одного класса в только что оформившемся классовом обществе должно было остаться его примечательной особенностью, с немногими важными исключениями (стр. 662 и далее) вплоть до нашего времени. Престиж математики, астрономии и медицины как благородных наук древних цивилизаций был так велик, что у греков, а после них и во времена средневековья, они, если не считать музыки, составляли основы высшего образования, в то время как основополагающие науки, вроде химии и биологии, до сих пор должны бороться за признание в области культуры. Далее, главная программа развития науки вплоть до XVIII века—познать движение небесных сфер и связать их с круговоротом жизни на земле—была намечена в общих чертах почти с самого начала древней цивилизации.

Важная особенность техники и культуры ранних городов-государств заключалась в чрезвычайно быстрых темпах их развития, даже если судить по современным образцам. Например, известно, что сооружение пирамид Гизы с их колоссальными размерами, геометрической и астрономической точностью, безупречной каменной кладкой получило свое развитие из сооружения простых гробниц из каменных глыб, происходившего на протяжении двух или трех столетий, приблизительно с 3000 по 2700 годы до н. э. Такая быстрота развития, так же как и характер самой работы, требовала наличия способных и деятельных людей, имеющих желание изобретать и испытывать новые методы на огромном поле деятельности. Вначале случилось так, что новаторы сами по себе были техниками; легенды о таких героях культуры, как, например, Имхотеп, Тубал-Каин и Дедал, изображают их как ремесленников, которые и изобретали и сами делали удивительные новые вещи.

Писцы и рабочие

Но вскоре после основания первых городов, приблизительно в эпоху первых династий в Египте и ранних королевств в Месопотамии, стало очевидным, что потребности широкой общественной организации ведут к отходу самих организаторов от действенных технических процессов. По мере роста числа правителей и неизбежности их власти они превращались в касту, заметно отделившуюся от ремесленников и свысока относившуюся к ним. Очень интересный пример, характеризующий это новое положение, содержится в отрывке из египетского папируса неизвестной, но, повидимому, ранней даты. Из его содержания видно, что это — инструкция отца своему сыну, которого он посылает в «Школу обучения писцов».

«Я постиг тяжелый физический труд—отдай свое сердце буквам. Я также люблю человека, который свободен от физического труда, поистине нет ничего более ценного, чем буквы. Как человек бросается в воду, так и ты погружайся в самую глубь литературы Египта... Я видел кузнеца, руководящего своими подручными, но я видел и металлста во время его тяжелого труда перед ярко горящим горном. Его пальцы подобны коже крокодила, от него исходит зловоние больше, чем от рыбьей икры. И каждый плотник, который

работает и обтачивает что-то, больше ли он отдыхает, чем пахарь? Его полем является дерево, его сохой—паяльник. Освободившись от работы ночью, он работает больше, чем его руки (в течение дня). Ночью он зажигает лампу.

Участь ткача, сидящего в тесной хижине, хуже участи женщины. Его бедра плотно прижаты к груди, и он не может свободно дышать. Если за целый день он не сможет изготовить положенное ему количество тканого материала, его изобьют, как лилию в пруду. Только подкупив надсмотрщика у дверей (своим) хлебом, он сможет поглядеть на солнечный свет... Я говорю тебе, что ремесло рыбака хуже всякого другого ремесла,—он поистине не живет за счет своей работы на реке. Он путается среди крокодилов, и если свитков папируса будет недостаточно, он может кричать (о помощи). Если ему не скажут, где спрячется крокодил, страх слепит его глаза. Поистине нет лучшего занятия, чем то, лучше которого не найти, исключая профессии писца, лучшей из всех.

Человек, который знает искусство письма,—высший в силу одного этого, чего нельзя сказать о других занятиях, только что обрисованных мной. Поистине каждый рабочий проклинает своего товарища. Ни один человек не скажет писцу: «Паши поля для этого господина»... Один день (провести) в помещении для обучения лучше для тебя, чем вечность за пределами ее; эти работы (длятся подобно) горам... Поистине богиня Реннит находится на пути бога. Она находится рядом с писцом и в день его рождения и тогда, когда он, став мужчиной, войдет в палату Совета. Поистине не существует ни одного писца, который бы не ел пищу из дворца короля (жизнь, сила и здоровье ему)^{2.10}.

Как будет видно, занятия белоручек считались морально и практически более высокими и даже не менее важными, чем интенсивный труд по кладке стен, если учесть фантастически сложную систему письма и подсчетов эпохи ранних цивилизаций. Жрецы-правители, освобожденные от работы с материальными предметами, стремились разработать свои символические методы и наделить их независимой реальностью. В одном смысле это было ценно, поскольку позволяло, по меньшей мере нескольким избранным умам, иметь досуг для мышления; и действительно, они были в состоянии создавать из этих символов абстрактные системы в математике. Огромные достижения людей, производивших расчеты в Египте и Вавилоне, являлись основой, на которой позднее была создана абстрактная математика греков. Тем не менее такое обращение с символами позволило сохранить гораздо больше первобытных идей, таких, как симпатическая магия времен охотничьего уклада жизни и дальнейшее увеличение силы духов.

Магия и наука

И действительно, с уменьшением первых побудительных мотивов технического прогресса магия, казалось, приобретает даже большее значение, чем когда-либо раньше. Из прогрессивного, хотя и ошибочного, объяснения того, как действуют вещи в мире, она превращается в помеху для прогресса действительного мышления. Магия, которая пришла от жрецов, все более отходивших от процессов производства, пыталась найти решение реальных проблем, что оказалось не так уж просто. Препоручая контроль над здоровьем и успехом в жизни духам, она препятствовала поискам полезных действий для обеспечения их. Магия также поощряла употребление вольных аналогий в качестве допускаемых объяснений событий в природе, исходя из деятельности святых духов. Мир природы рассматривался просто как расширенный вариант мира человека. Фактически каждое достижение человека в технике побуждало понять остальную часть вселенной с точки зрения такой успешной человеческой деятельности. Важнейшие мифы о сотворении мира предлагают именно такие объяснения. Сотворение мира уподобляется действиям верховного ирригатора, отделившего землю от воды, а сотворение человека—действиям верховного

гончара, вылепившего его из глины. Такие мифы являются скорее *техноморфическими*, чем *антропоморфическими*.

Учитывая невероятные трудности формулирования обобщенных научных теорий до выработки научного языка, мы можем признать во многих мифах прототипы научных теорий. Силы природы в них персонифицированы, но возможно, что их авторы, жрецы, пользовались персонификацией просто как манерой выражения своих мыслей. Содержащиеся в них теории, определенно, были легко осмыслены ионийскими греками и пересказаны без богов (стр. 100) ^{2.47; 2.21}.

До тех пор, пока наука не достигла определенного уровня развития, при котором окружающая среда, имеющая значение для человечества, в основном рационально управлялась с помощью непосредственных действий—а это достижение совсем недавнего времени,—было очень трудно проверить способность «спиритической» теории предоставить человеку какую-либо практическую власть над природой. Спиритический способ казался не хуже любого другого, и путем разумного сочетания веры и возможности можно было даже вообразить, что он очень хорошо действует. Люди обычно выздоравливают, злаки обычно созревают, и можно заведомо считать, что и солнце будет всходить каждое утро.

Однако до тех пор, пока люди придерживались спиритуалистического объяснения явлений природы, это действительно препятствовало развитию науки, ибо не только не делалось ни одной попытки добиться рационального понимания и управления этими явлениями, считавшегося с самого начала бесполезным, но такое объяснение также могло считаться даже вредным, ибо духи, несомненно, будут испытывать раздражение при таких попытках обойти их исключительные права. Иначе говоря, это угрожает жизни жрецов, которые закономерно были заинтересованы в спиритическо-магической теории вселенной, особенно когда ранние хозяйства храмов пришли в упадок и жрецы стали все более зависимыми от подношений верующих.

Опасность для духовной аристократии, таящаяся в попытках подчинить силы природы власти человека, является основным смыслом мифа о Прометее ^{2.46}. Огонь с самого начала принадлежал небесам, человек не имел права взять его себе. Жрецы хотели лишь благочестия, беспрестанной практики ритуалов умиловивления и точного соблюдения всех табу, а также покорности воле божьей. До тех пор, пока такие взгляды находили поддержку у властей—а они до сих пор еще не исчезли из общества,—считалось даже нечестивым слишком подробно исследовать то, как действует вселенная. Такие исследования должны были вызывать гнев небесных сил, причем их гнев должен был распространиться не только на исследователя, но и на все общество. Силы религии с самого начала полностью отождествлялись с поддержкой классового господства. Когда спустя несколько столетий после первого основания городов правящие классы перестали поддерживать материальный и технический прогресс, религия была призвана ограничивать интеллектуальный прогресс.

3.6. УСПЕХИ И НЕУДАЧИ ПЕРВЫХ ЦИВИЛИЗАЦИЙ

Однако если рассматривать ранние цивилизации в целом, то они преуспели в осуществлении и поддержке огромного прогресса в технике и в области идей. Высокий уровень их технических достижений доказывается настолько общеизвестным фактом, что мы едва уделяем ему внимание,—в течение большей части нашей жизни мы окружены и пользуемся оборудованием, которое получило развитие в то время и лишь незначительно изменилось на протяжении 5000 лет. Наши стулья и столы не изменились с тех пор, как первые египетские плотники решили трудные проблемы изготовления столярных изделий из дерева. Кресла с плетеными сидениями и гнутыми ножками известны приблизительно с 2500 годов до н. э. Мы до сих пор еще живем в комнатах, где стены и потолки

сделаны из камня, кирпича и штукатурки. Мы едим с тарелок той же формы, мы носим одежды, сделанные по такому же образцу.

Даже наши общественные институты не претерпели чрезвычайно больших изменений—они были гораздо меньшими, чем изменения, имевшие место в период между существованием институтов первобытных общин и первых городов. У нас имеются купцы, судьи и солдаты, точно такие же, как были и у древних, политические проблемы нашего времени были известны и им. Другими словами, большинство из нас еще пребывает в классовом обществе, возникшем с появлением первых городов.

Технический застой

Бурный подъем технического новаторства, возникший вместе с началом городской жизни на огромных речных долинах Месопотамии, Египта, Индии и Китая, длился не более нескольких столетий, приблизительно с 3200 годов до н. э. по 2700 годы до н. э. За ним последовал относительно длительный период культурного и политического застоя. Отдельные города возникали и исчезали; одна династия царей-жрецов сменяла другую. Были нашествия варваров и даже династии варваров, но не было существенного изменения в способе производства. Он продолжал опираться на поливное земледелие, дополняемое торговлей с внешними районами. Все накапливаемое и расходующееся в городах богатство поступало от прибавочного продукта сельского хозяйства, развитие которого определялось потребностями города. Вследствие того что такой прибавочный продукт был относительно небольшим, только сравнительно незначительное количество людей могло жить за счет этого излишка, и это определяло тенденцию к формированию замкнутого класса. Преемники первых управителей, работавших над улучшением агротехники, все больше отходили от процесса производства. Их единственный интерес заключался в том, чтобы обеспечить как можно больше продуктов для себя. Из производителей богатств они превратились в эксплуататоров. Они требовали все больше и больше для своих личных наслаждений, а также для строительства и обслуживания все более великолепных храмов и гробниц. Это означало разорение и фактическое закабаление крестьян и городских ремесленников и привело к конфликтам, которые ослабляли города-государства и в конце концов остановили их духовный и технический прогресс.

Мы имеем весьма подробные данные, описывающие одно из таких событий. В главном городе южной Месопотамии, городе шумерийцев—Лагаше, в 2400 годы до н. э. случилось то, что справедливо можно назвать социальной революцией. Некий Урукагина, вероятно, захватил власть, принадлежавшую другой династии, стал проводить целую серию социальных реформ, имевших целью ограничить угнетение, осуществлявшееся бюрократией, жрецами и богатыми. Данные, свидетельствующие об этом, дошли до нас, и в них подчеркивается разница между старым и новым положениями. Были пресечены обман и подкуп, а тех, кто был виновен в этом, увольняли наряду с общим сокращением армии высокооплачиваемых чиновников и инспекторов. Жрецов лишили многих привилегий, и плата, которую они взимали за похороны, свадьбы, разводы и предсказания, была сокращена до трети и даже меньше.

Однако в дальнейшем реформы не проводились. Новый курс не уничтожил, а лишь обуздал правящие классы, и представители этого класса воспользовались первой возможностью для объединения с правителями соперничавшего города Уммы и начали войну, в которой Лагаш был разграблен и разрушен. Один из жрецов, сочувственно относящийся к Урукагине, печально повествует на плите: «Не совершил царь Урукагина против бога Нингирсу. Но пусть на Лугальзаггиси, патеси Уммы, возложит бремя этого греха его богиню Нисаба»^{2:28-173}. Но успех завоевателя был кратковременным. Он в свою очередь был побежден Саргоном, первым царем Аккада, основателем первой

мировой империи, который был или претендовал на это, вроде Моисея, подкидышем, подобранным садовником.

Война

Окончание приведенного нами случая выявляет еще один действенный источник нарушения равновесия в экономике ранних городов—организованное насилие, войну. Явного ограничения эксплуатации местного сельского населения можно было миновать путем расширения границ зоны города. До какого-то момента это могло происходить мирно, но если несколько городов проводили одинаковую политику в ограниченной зоне, то это приводило к конфликтам и к развитию нового института—института войны. Война в полном смысле этого слова поистине является продуктом цивилизации. Столкновения, которые происходили между племенами в период охотничьего или даже скотоводческого уклада жизни, по своей природе скорее напоминали футбольные состязания, нежели длительные кампании. Несмотря на то, что такая война часто была очень жестокой, она могла оказывать лишь очень незначительное общее влияние на культуру, при которой в любом случае было невозможно концентрировать большие контингенты воинов или же поддерживать их на поле боя более, чем в течение нескольких дней за один период времени. Однако с момента появления городов такое положение в корне изменилось—армии можно было хорошо экипировать и снабжать продуктами из складов продовольствия, создававшихся за счет прибавочного труда. Высшие классы, которым подчинялись городские власти, были экономически заинтересованы в войне. Их богатство непосредственно зависело от района, который они могли эксплуатировать, а обрабатываемую землю можно было отобрать у другого города вместе с возделывавшими ее крестьянами. Кроме этого, имелась возможность захватить добычу—материалы, животных и людей.

Война сделала жизненной необходимостью набор и руководство армиями, а это изменило характер правительства и государства. Основные функции главы государства как руководителя сельского хозяйства и общественных работ изменились и стали функциями военного вождя—от жреца перешли к царю. Другим результатом войн было еще большее ухудшение положения женщин. На первой фазе цивилизации женщины сохраняли то огромное значение, которое они приобрели во времена сельских культур. По мере того как война приобретала все большее значение, их руководящие функции перешли к мужчинам, хотя они и не опускались до положения домашних рабынь, которое должно было прийти с железным веком.

Военное дело и техника. Инженер

Так как война стала скорее правилом, чем исключением, и город начинает оглядываться от поселения своими защитными *стенами* и укрепленной *крепостью*, то направление развития техники все больше и больше определяется нуждами армий. Даже только начавшая зарождаться наука развивалась в том же направлении. Технический прогресс в создании оружия имел место даже тогда, когда он почти прекратился в других областях. Мы только должны подумать о престиже, приписываемом в легендах таким фигурам, как Вулкан или Wayland, the Smith (кузнец), чтобы осознать значение оружейного мастера для воина. Еще большее значение в течение длительного времени имело изобретение военных машин, таких, как катапульты и осадные башни, которые требовали знания принципов механики. Потребность в изготовлении и обслуживании таких машин, в проведении земляных работ и умении рыть подкопы привела к появлению профессии *инженера*, прежде всего и главным образом военной профессии, хотя первоначально искусство инженера было гражданского происхождения.

Другие и более отдаленные стороны войны также стимулировали развитие науки. Проблемы снабжения армий, включая постройку дорог и рытье

каналов ^{2.50}, считались одними из наиболее важных, таким же важным было составление плана укреплений, которое представляло собой одно из самых ранних применений широкого планирования. Платон считал, что единственным практическим использованием геометрии было использование ее для построения рядов и шеренг в армии. Без войны или социальной системы, которая приводила к войне, мирные искусства могли бы развиваться гораздо быстрее. Но относительно связи науки и войны можно, по крайней мере, сказать, что война давала науке возможность жить в такие времена, когда все прочие стороны культуры находились в состоянии упадка (см. рис. 4).

Торговля и империя

Отчасти в результате войны, отчасти в результате существования системы союзов, базирующихся на торговле, первоначально независимые города-государства начали сливаться в более крупные объединения, либо во главе с городом, явно превосходящим другие, вроде Мемфиса в Египте, имеющего значение не столько города вообще, сколько священного города царя-бога, либо в результате изменения порядка преобладания среди городов таких, как *империй* Ур, Ларса, Исин и Вавилон в Месопотамии следующих одна за другой. В Египте сосредоточение власти в руках царя-бога—фараона и его духовных правителей (рег ааһ означает Белый зал или Белый дом) было настолько велико, что могли осуществляться такие огромные и экономически невыгодные работы, как возведение пирамид. В Месопотамии города меньше отличались друг от друга, и хотя в совокупности расточительные расходы высшего класса были такими же огромными, как и в Египте, они никогда не были так сконцентрированы. В Индии до вторжения ариев существовали большие города-государства с крепостями, храмами и банями, подобные городам-государствам Месопотамии, но из-за недостаточного понимания их письменности мы знаем слишком мало, чтобы судить об их социальной структуре ^{2.37a}. В раннем Китае престиж императора, сына неба, казалось, более соответствовал престижу фараона, хотя в течение очень большой части своей истории Китай был разделен на целый ряд воюющих государств.

Империя и верховный бог

Один из результатов роста империй заключался в том, что они предоставили привилегированное положение божеству главного города по сравнению с божествами захваченных или присоединенных городов. Амон, который первоначально был тотемом барана нома, округа Фив, с возвышением империи Фив слился с тотемом сокола бога солнца Ра и стал верховным богом Амон-Ра. Местный бог Мардук стал в равной степени важным в Вавилоне. Могущество бога росло и уменьшалось в зависимости от положения империи, но оно породило идею существования единого верховного бога—правителя всего мира. Эхнатон пытался официально осуществить эту идею в Египте с помощью введения культа поклонения солнечному диску, но ему это не удалось. Осуществить эту идею и заложить основы современного монотеизма выпало на долю тогда еще темных племен иудеев.

3.7. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ

В то время как в центре цивилизация приходила в состояние упадка, ее влияние распространялось все шире и шире. Существование империй еще больше обострило проблему, которая должна была возникнуть с самого появления приречно-долинной цивилизации,—проблему отношений городов-государств к их менее развитым соседям, жившим на равнинной и холмистой местности. Цивилизация обеспечила лучшую технику, такую, как плуг, колесо и металлический серп, применимую для обработки земли не только на тех участках, где она возникла. Поэтому она имела тенденцию распространяться

всевозможными способами. Одним из таких способов было простое переселение. Когда территория города уже не могла вмещать возросшее население, сельские жители с их стадами и повозками переселялись в более глухие, менее обжитые, но более просторные места, и тем самым сельские общины распространились по всем пахотным землям Европы, Азии и Африки, а, возможно, также и Америки. В процессе их распространения многие из более сложных продуктов цивилизации были неизбежно утрачены или упрощены, так что стало трудно провести грань между цивилизованными переселенцами, перенявшими местные обычаи, и людьми более примитивных культур, которые через посредство передачи от соседа к соседу приобрели некоторые достижения цивилизации в области техники.

Другим способом распространения цивилизации явилось распространение ее торговцами, в частности теми из них, которые занимались поисками и добычей металлов, этими наиболее предприимчивыми обитателями городов, которые ездили в дикие окраинные земли не для того, чтобы поселиться на них, а для сбора ценных местных продуктов, в особенности драгоценных камней, металлов и золота. В силу того что торговцы должны были производить обмен их на городские продукты, они старались распространить потребности и в меньшей степени—производственные методы цивилизации. У них также неизбежно возникали конфликты с местным населением, и тогда они просили правителей своего города защитить их. Это привело к появлению третьего способа распространения цивилизации—с помощью политического и военного вмешательства, которое мы, однако, связываем с *империализмом*. Записи правителей древнего Египта и Месопотамии полны перечислениями карательных и грабительских экспедиций на золотые горы, в страну слоновой кости или на жемчужные острова. Но такое вмешательство не ограничивалось только военными действиями, многого можно было достичь путем выявления и использования взаимного антагонизма между чужими племенами или между соперничающими группировками внутри них. Профессия *дипломата* появилась задолго до классической цивилизации.

Первые варвары

Подобные экспедиции иногда приводили к действительному распространению поселений, управляемых из родного города, таких, как, например, вавилонские поселения на рудниках в Дур-гургурри (Dûr-gurguri), хотя такая форма колоний скорее характерна для более позднего периода—железного века. Основным результатом этого было порождение чрезвычайно эффективной оппозиции городским империям. Со временем институты народов, обитавших в зоне протяженностью в сотни миль вокруг центров цивилизации, изменились благодаря их связи с нею. Это была зона, окруженная *варварами*. Варвары умели пользоваться отдельными предметами материальной культуры городов, в особенности такими, которые можно было легко перевозить и которые вызывали наименьшие изменения в их собственных обычаях. Это прежде всего—оружие, которое, хотя и было дорогим, могло сторицей возместить свою цену, если им пользоваться при набегах на более богатые центры.

Племенные институты варваров также изменялись под влиянием частной собственности: усиливалась роль воинов и власть военачальников. Наибольшее влияние цивилизация оказала на культуры скотоводческих народов, не желавших в силу кочевого образа жизни ассимилироваться с цивилизованным населением, но все же зависевших от него из-за многочисленных потребностей в орудиях и оружии, а также в украшениях, искусством изготовления которых они не владели ^{2.1a}. Отношения между варварами и городами-государствами были разнообразными и сложными. Сильные империи натравливали одно племя варваров на другое, грабили и закабалляли их. Слабые империи были заинтересованы в ввозе рабов и солдат-варваров ^{1.6}. В результате

они часто бывали полностью побеждены и управлялись варварскими династиями, которые обычно вскоре же перенимали культуру городов.

Рабство

Один из результатов взаимоотношений городов-государств и варваров заключался в постоянно возраставшем значении рабства. Институт рабства, пагубные последствия которого существуют в мире и по сей день, восходит к возникновению приречных культур. Во времена охотничьего уклада жизни или раннего земледелия прибавочный продукт был небольшим. Трудящийся создавал немногим больше того, что было необходимо для его пропитания. Пленные, захваченные во время междоусобных распрей, если не убивались, то обычно принимались в члены рода; не было смысла превращать их в рабов.

С другой стороны, в цивилизованных странах сельский труженик мог создать гораздо больше того, во что обходилось его содержание. Это превращало захват и использование рабов в заманчивое дело. Захват рабов в других городах или более легкий и выгодный захват их у варваров скоро превратился в установившуюся практику.

Земледелие, базирующееся на рабском труде, не могло полностью развиться до железного века, но уже с начала бронзового века началось его пагубное влияние на цивилизацию. Связанные пленники, взятые для превращения их в рабов, представлены на древнейших шумерийских резных изображениях около 3000 годов до н. э.²⁻²⁸. Существование неимущих и бесправных рабов оказывало пагубное влияние на положение свободных рабочих. Так как их отождествляли с рабами, их работа считалась низкой и рабской. У свободных рабочих имелся небольшой стимул и возможность совершенствовать технику, и они совершенно отсутствовали у рабов, а высший класс презирал их. В результате этого научные достижения, которые были такими успешными в науках высших классов—математике, астрономии и медицине,—были оторваны от проблем и лишены сведений, которые надо было искать в ремеслах, и в течение длительного времени не распространялись на черное ремесло химии или же слабо развитую практику земледелия.

Пагубные политические последствия рабства были часто более непосредственно губительными. Чем больше город зависел от рабов, тем меньше он был в состоянии заботиться о своей защите и тем вероятнее было то, что варвары, находясь в городе в качестве беглых рабов или позже в качестве наемных солдат, познакомятся с военной техникой самих городов и будут в состоянии использовать эти знания для разгрома их.

Упадок

За несколько веков до своего падения, то есть приблизительно после 1600 года до н. э., древние цивилизации Запада—но не цивилизации Китая,—казалось, потеряли всякую способность к прогрессивным изменениям и все больше приходили в упадок. Хотя основа цивилизованной жизни поддерживалась, искусство и литература стали условными и религия имела тенденцию быть похороненной в чрезвычайно сложной массе ритуалов, которые вполне можно назвать суеверием. Хотя многое было утрачено или забыто, некоторые науки, такие, как астрономическое наблюдение, поддерживались и даже развивались; иные переродились в суеверие, вроде тщательного обследования печени жертвенных животных, используемой для предсказания будущего. Это только единственный пример использования систематического изучения неизвестных явлений для предсказания судьбы, хиромантия (или гадания по руке), *oneiromancy* (или толкование слов), многие из которых все еще существуют среди нас либо в их первоначальной форме, либо в виде азартных игр или же ловачества, вроде игр в кости, карты и шахматы, происходящих от них. До тех пор, пока они развивали сообразительность при наблюдении

и методы систематизирования результатов, они занимали какое-то место в экспериментальной науке. Одно важнейшее открытие—открытие компаса было, вероятно, сделано китайским геомансером (стр. 187).

3.8. НАСЛЕДСТВО РАННЕЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Тем не менее то, что осталось для передачи ее потомкам, должно быть внушительной и ценной основой знания—гораздо большей, чем то, что, вероятно, когда-либо сможет отрыть для нас лопата археолога. В то же время археолог, несомненно, знает много того, что не было известно людям, живущим спустя несколько сот лет после какого-либо события. Хотя источники знания могут быть позабыты, многие из его употребимых частей, вероятно, усваиваются в непризнанной форме. Когда знание и практика были живыми, их можно было изучать со слов живых людей или же на примере практиков. Только определенное количество знания может быть усвоено новыми культурами с различными экономическими и социальными структурами. Огромная масса сведений об истории, поэзии и литературе тех времен была большей частью утрачена вместе со знанием написанных иероглифами и клинописью рукописей. Та небольшая часть, которая сохранилась в Библии, показывает уровень, которого они достигли. Большая часть сведений о жреческой науке также утрачена. Техника сохранилась лучше—как предметы обихода цивилизованного человека, так и орудия, с помощью которых они были изготовлены, большей частью дошли до нас и находятся в употреблении и по сей день (стр. 81).

Наука и техника железного века даже в Греции в большинстве своем происходят из науки и техники древнего мира, но это в основном не признается. Действительно, что касается техники, которая воплощалась в материальных и прочных предметах, мы можем быть уверенными, что случилось именно так. Многие идеи и открытия приписывались греческим философам только потому, что мы впервые узнали об этом от них или же им приписывалось это. Дальнейшее исследование часто указывает на более ранний источник в Египте или Месопотамии, и у нас нет оснований верить, что нынешние суждения археологии являются окончательными.

Наследники старых цивилизаций, люди железного века, нисколько не сомневались в величии и значении империй, разрушению которых они способствовали. Отголоски жизни тех времен обнаруживаются в «Илиаде» и «Одиссее», повествующих о разграблении городов и пиратстве. Поэты противопоставляют их собственную тяжелую жизнь и под культурой понимают силу, роскошь, красоту и больше всего—миролюбие старых городов. Они почитали мудрость людей античного периода и с грустью оглядывались на золотой век.

Глава 4

ЖЕЛЕЗНЫЙ ВЕК. КЛАССИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

Период, охватываемый этой главой, является одним из важнейших в истории человечества и особенно в истории науки. С середины второго тысячелетия до н. э. ряд технических, экономических и политических причин вызвал объединение отдельных цивилизаций, расположенных в нескольких бассейнах рек, в одну, охватывавшую основные, годные под посевные площади Азии, Северной Африки и Европы. Цивилизация железного века, где бы она ни появлялась, была менее упорядоченной и миролюбивой, чем та, место которой она заняла, но она была более гибкой и рациональной. Железный век не породил столь же крупных технических достижений, какие ознаменовали начало бронзового века, но его достижения всегда базировались на применении более дешевого и имеющегося в изобилии металла, были шире распространены не только географически, но также и среди общественных классов.

В этой главе мы рассмотрим преимущественно цивилизацию железного века, развившуюся в районе Средиземноморья,—классическую цивилизацию Греции и Рима. Мы ограничимся этим отчасти потому, что гораздо больше знаем о них, чем о современных им культурах Индии и Китая. Более важный довод, который, в частности, имеет отношение к данной книге, состоит в том, что именно район Средиземноморья породил первую в истории абстрактную и рациональную науку, из которой непосредственно и берет свое начало мировая наука нашего времени. Как мы увидим в последующих главах, цивилизации Индии и Китая должны были внести большой вклад в общую культуру, в особенности в математику, физику и химию, и в такие основанные на них изобретения, как компас, порох и книгопечатание. Однако вклад этот вошел в традицию науки и техники только после того, как главные его очертания уже определились в его эллинистической форме.

4.1. ПРОИСХОЖДЕНИЕ КУЛЬТУР ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКА

Варвары, разрушившие культуры периода бронзового века на древнем Востоке, были не в состоянии создать устойчивых государств на своей собственной родине, где большая часть территории была покрыта лесами или сухими степями, пока у них не оставалось средств для установления какой-то оседлой формы земледелия. Во второй половине второго тысячелетия до н. э. такие условия появились благодаря сочетанию материальных и общественных факторов, которые мы только сейчас начинаем понимать. Одним из них было проникновение в родовые общества варваров влияния классовой экономики городов, где выделялись частная собственность, верховная власть и производство оружия, и преобразование этих обществ под их воздействием.

Влияние открытия железа

Этим тенденциям сильно и, возможно, решительно помогло открытие и использование нового металла—*железа*. Где и как было впервые получено железо в большом количестве, до сих пор остается тайной. Первым использовавшимся железом было природное железо из метеоритов, полученное путем нагревания иковки, подобно меди, но оно попадалось так редко, что могло быть только драгоценным металлом. Первое железо, выплавленное из руды,

вероятно, было побочным продуктом при изготовлении золота^{2·18} и должно было встречаться еще реже. Железо в необходимых для пользования количествах, кажется, впервые было выплавлено из руды где-то южнее Кавказа легендарным племенем шалибов в XV веке до н. э., но приблизительно до XII века до н. э. оно не появлялось повсеместно в количествах, достаточных для того, чтобы его использование могло иметь решающее экономическое и техническое значение. Широкое распространение железа и легкость его обработки положили конец монополии цивилизаций старых приречных империй Египта и Вавилона. Два других достижения ускорили этот процесс—появление *всадников* из степных земель, где была приручена дикая лошадь, гораздо более сильная, чем осел, усовершенствование *судов* и ускорение их строительства, являющееся побочным продуктом технологии изготовления железа.

Железная металлургия

Железо, используемое в древности вплоть до XIV века н. э. в Европе, изготовлялось процессом *восстановления при низкой температуре* с помощью древесного угля в маленьком, с ручными мехами сыродутном горне. Из получившегося в результате пористого *блюда* нерасплавленного чистого железа выковывались бруски сравнительно мягкого *сварочного железа*, из которых путем *ковки* и *сварки* можно было изготовлять более сложные формы. Первая разработка техники получения и обработки железа должна была быть плодом длительного и сложного эксперимента. Эта техника в корне отличалась от техники изготовления и обработки меди, и этим, возможно, объясняется причина, почему железная металлургия появилась так поздно. Однако, когда она была разработана, для нее требовалось лишь простейшее оборудование и ей можно было быстро обучиться. Там, где имелись дерево и железная руда, то есть почти всюду, можно было изготовлять железо—стоит только узнать, как это делать.

В то время железо как металл имело один серьезный недостаток: его нельзя было плавить из-за отсутствия достаточной воздушной тяги в горне, и поэтому отливка предназначалась для бронзы, за исключением Китая, где литее железо было получено очень рано—во II веке до н. э.^{2·18}. Железо не вытеснило бронзу—оно просто дополнило ее для общих целей. Бронзы были изготовлены и обработаны в железном веке больше, чем когда-либо в самом бронзовом веке. Железо, полученное с помощью процесса восстановления и последующейковки, было сварочным железом, или же очень мягкой сталью,—оно было упругим, но сравнительно мягким. Более твердые, настоящие стали были известны неолитам из племени шалибов—*ferrum assegitum*, режущее железо, сталь, но метод их производства держался в строгом секрете среди племен кузнецов. Мир науки не имел возможности узнать его до работы Реомюра в 1720 году (стр. 333). Секрет в основном заключался в добавлении большего количества углерода к железу с последующей закалкой путем отпуска и охлаждения. Лучшие сорта стали были те, которые изготовлялись китайцами—серик (*seric*) железо—и индийцами, чья вутц (*wootz*)-сталь должна была экспортироваться для изготовления знаменитых дамасских клинков. Хорошая сталь была такой редкостью и стоила так дорого, что считалось, будто сабли, изготовленные из нее, обладают магической силой, подобно мечу Экзалибура короля Артура* или Зигфридовского Грама более поздних времен. Закаленная сталь была более редкой, чем бронза, и, используя лишь для изготовления оружия, не должна была играть важную роль в технике вплоть до XVIII века.

Введение в употребление железа совпадает с периодом великого переселения народов. Более или менее варварские племена шли из Восточной Европы

* По преданию, Экзалибур владел мечом, без промаха поражавшим несправедливость.—Прим. ред.

или из-за Каспия в район восточного Средиземноморья начиная с XVII века до н. э. и далее. Подобные передвижения хеттов, скифов, персов и индийских ариев имели место в Азии. Большая подвижность всадников и моряков и имевшаяся в их распоряжении масса нового оружия затрудняли эффективное военное сопротивление старых империй. Весьма возможно, что военное поражение империй указывало на то, что население этих старых цивилизаций симпатизировало, вероятно, скорее захватчикам, чем своим собственным неспособным и жадным правителям. Далее, народы железного века, перейдя к оседлости, оказались способными создавать процветающие сельскохозяйственные и ремесленнические общины на некогда бесплодной земле. Результатом было такое уменьшение политического и экономического превосходства ранних приречно-долинных цивилизаций, что они больше уже не выступали в качестве основных центров культурных достижений человечества, хотя многие из их культурных, материальных и духовных достижений были переданы последующим поколениям, и некоторые из их записей даже сохранились.

Действительные центры прогресса переместились на окраины древних цивилизаций, к поселениям ближайших варваров, которые опустошали старые центры цивилизации, а сами большей частью развивали свою культуру за их пределами. Арийские индийцы, персы, греки и позднее македонцы и римляне стали наследниками старых цивилизаций Египта и Вавилона. Положение Китая было исключительным, ибо окружавшие его, как правило, степи, пустыни и горные районы предоставляли весьма небольшую возможность для создания земледельческих варварских государств за его пределами. Варвары, которые вторично пришли туда, были полностью поглощены культурой древнего Китая.

Это была в основном культура бронзового века, хотя и сильно измененная техникой железного века, но все же сохранившая свое существование вплоть до нашего времени.

Топор и плуг

Однако разрушения и войны раннего периода железного века не прошли бесследно. Замена старых культур новыми означала определенную потерю непрерывности, но она означала также уничтожение многого ненужного, накопившегося в этих культурах, и возможность построения гораздо более эффективных структур на старых основах. Если воины, скачущие на лошадях, и морские пираты являются символами разрушения того периода, то лесорубы с их топорами и крестьяне с их обитыми железом плугами достаточно восполняли разрушение. В прежние времена металл использовался, по существу, для изготовления предметов роскоши, характерных для городской жизни, а также для вооружения небольшого отборного войска, состоящего из воинов знатного происхождения. Бронза была всегда слишком дорога для простого народа, который все еще был вынужден полагаться большей частью на каменные орудия, форма которых лишь немного изменилась со времен эпохи неолита. Однако железо, хотя и было первоначально в течение многих столетий худшего качества, чем бронза, широко распространилось и могло быть легко получено и обработано местными деревенскими кузнецами^{2·18}. В результате изобилия железа земледелие должно было распространиться на целые континенты—появилась возможность рубить лес, осушать болота, а получившиеся в результате этого поля можно было вспахать. Европа, в буквальном смысле слова, из лесной глуши превратилась в новый «золотой Запад»—скорее благодаря ее полям пшеницы, чем золоту, запасы которого сильно истощились к концу бронзового века. Возникший в результате этого рост населения быстро изменил соотношение сил между богатым земледелием западных стран и старыми способами возделывания культур на Востоке, базировавшимися на речном орошении.

Суда и торговля

Другой особенностью тревожных времен железного века, которая должна была иметь неисчислимые последствия для человеческого мышления и в особенности для науки, было использование морских путей, с помощью которых культура распространялась гораздо скорее, чем она, вероятно, могла распространяться старыми сухопутными путями. К тому же, что не менее важно, морской транспорт был во много раз дешевле сухопутного. При более благоприятных условиях для строительства судов, создавшихся в результате возникновения железных орудий, появились лучшие и большие суда, возросло их количество. В районе Средиземноморья в бронзовом веке инициатива в строительстве судов принадлежит жителям о. Крит. Разгром их морской империи, вначале жившими на континенте полугреками-микенцами, а позднее более дикими ахейцами с Балкан и родственными племенами в Малой Азии, был выдающимся событием великого периода пиратства и ограбления городов. Бессмертная история Трои повествует об одной из таких экспедиций. Пиратство, естественно, затрудняло торговлю, но оно также превращало ее в доходное дело, и бывшие пираты, привлеченные этим или испугавшись более сильной местной обороны, постепенно обратились к торговле, исследованию и насаждению колоний.

В железном веке торговля перестала быть занятием, имеющим дело примерно лишь с дюжиной больших городов, вроде Фив или Вавилона, а стала вестись между сотнями новых городов, основанных народами раннего периода железного века, такими, как финикийцы и греки, повсюду вдоль побережья Средиземного и Черного морей. Только в местах, расположенных у моря можно было извлекать полную выгоду из культуры железного века. В странах значительно удаленных от моря, железный век, конечно, принес большие возможности для земледелия и военного дела по сравнению с бронзовым, но там, где не было средств перевозки больших количеств продуктов на большие расстояния, нельзя было развиваться экономически даже в такой же степени, как цивилизация бронзового века с ее речным транспортом. Эти страны, следовательно, не могли создать что-либо совершенно новое. Ассирийцы, типично континентальный народ раннего периода железного века, в основном отличались своей безжалостностью на войне. В течение нескольких столетий они сохраняли старую вавилонскую культуру, включая непрерывные астрономические наблюдения, неоценимые для науки будущего, но сами добавили к ним очень немного. Преимущество морских путей не могло полностью компенсироваться такими сухопутными путями, какие были проложены вначале персами, а позднее римлянами. Они имели скорее административное и военное, чем экономическое значение. Наземный грузовой транспорт не мог иметь значения для экономики, пока в средние века не появилась эффективная упряжь для лошадей (стр. 186). И даже тогда он был непрактичен при использовании его на большие расстояния—до тех пор, пока в XVIII веке не были проложены хорошие дороги. Именно удобства морского транспорта дали вначале району Средиземноморья, а позднее—всей Европе с их изрезанной береговой линией преимущество над Африкой и Азией.

Китай с его сетью рек, каналов и озер также обладал некоторыми из этих преимуществ, но так как он сохранил даже в периоды, когда на его территории существовали враждовавшие государства, бюрократические правительства типа правительств бронзового века, он лишился многих экономических и политических достижений железного века.

4.2. ГОРОДА ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКА

Политика

На ранних этапах своего существования железный век означал возврат к более мелким экономическим ячейкам. Города раннего периода железного

века редко были населены более чем несколькими тысячами людей, в то время как в городах бронзового века жили сотни тысяч. К V веку до н. э., по мере распространения рабства, стало возможным значительное расширение городов; в Афинах население достигало максимум 320 тысяч человек, из которых лишь 172 тысячи были гражданами, а в Риме в период его наивысшего могущества проживало около миллиона. Первые города образовались на месте скопления приблизительно дюжины деревень^{2,46}. Это, однако, не означало возврата к условиям времен неолита, а для широких слоев населения означало возврат к условиям с таким же или более высоким уровнем жизни, как и уровень бронзового века. Город железного века унаследовал все, что он мог использовать из ремесел городов бронзового века, то есть все, кроме организации работ большого масштаба. Города раннего периода железного века с их ограниченной территорией редко шли дальше сооружения укреплений, гаваней и иногда акведуков. Кроме того, этот город использовал также и металл, который чрезвычайно усовершенствовал земледелие и ремесленное производство, и ему не было нужды обеспечивать самого себя—город железного века мог полагаться на торговлю как необходимыми предметами, так и предметами роскоши. Это было возможно лишь потому, что усовершенствование методов производства позволило производить товары для рынка. Железный век—это первый век, когда *товарное производство* становится естественной и действительно существенной частью экономической деятельности. Другой социально-экономической особенностью железного века явилось использование рабов не просто, как прежде, для услужения, но и в качестве средств производства продуктов для рынка. Это имело место главным образом в сельском хозяйстве и на рудниках и вместе с тем распространилось в области ремесленного производства. Значение рабства, как мы увидим (стр. 133), неуклонно возрастало до тех пор, пока оно не стало преобладающей формой труда. Это обстоятельство само по себе было существенным фактором, явившимся причиной падения всей культуры с последующим превращением рабов, равно как и свободных бедняков, в обыкновенных крепостных (стр. 150—151).

Город железного века превратился почти с самого начала в удобно расположенный центр ремесла и торговли, имеющий возможность получать извне сырье и даже рабочую силу—рабов в обмен на продажу своих продуктов.

Однако эти преимущества в значительной степени увеличили опасность войны. Эта новая культура родилась в войне—в разграблении городов в обстановке непрерывного соперничества. Трудно было изжить такие обычаи: первенствующее значение приобретали вопросы обороны; города строились в менее всего удобных для этого местах—на вершинах холмов, вроде древнего высоко расположенного города—Акрополя—в Афинах, или на островах, подобно Тиру, и все горожане неизбежно были солдатами. Тем не менее небольшие города железного века были проще и свободнее, чем старые города, расположенные в долинах рек. Они давали к тому же гораздо больший кругозор своим жителям, которые были вынуждены организовываться, чтобы заботиться об общих интересах, а не о том, чтобы занять свое место на предустановленной иерархической лестнице. Тем самым город железного века дал начало *политике* и образованию—в результате политической борьбы между классами в этих городах—сменяющих друг друга форм *олигархии, тирании и демократии*.

Деньги и кредит

Великим социальным изобретением, которое привело как к распространению, так и к внутренней неустойчивости цивилизации железного века, было изобретение металлических *денег*, сначала в виде чеканных слитков в Лидии и затем, после VII века до н. э., в виде монет. Взвешенные количества металла использовались в качестве денег и в древних империях, но их использование было исключением, а правилом оставались обмен и оплата товарами. Деньги, которые вскоре стали мерилем всякой стоимости, превратили все установлен-

ные общественные отношения в отношении купли и продажи. Именно ввиду своего всеобщего и безличного характера деньги, предоставляя права без обязательств, сделали возможной концентрацию власти в руках богатых. В то же время, заменив прежнее распределение действительного богатства в племени, деньги отняли у бедняков все возможности защиты. Для них существование денег имело отрицательное значение, они жили в состоянии постоянной *задолженности*. Угнетение бедных поистине так же старо, как и сама цивилизация (стр. 79). Тем не менее имелось существенное различие между его формами в самые древние времена и в железном веке. В первом случае оно имело постепенный и частичный характер. Экономика возникла непосредственно из родового общества, и традиции были препятствием для произвольных действий. Земледелец имел много обязанностей, но он также имел и права. Если он и принадлежал земле, то и земля также принадлежала ему. Он производил свои платежи натурой, а коммерческие сделки и долги большей частью были распространены лишь среди населения городов. В железном веке произошел резкий переход от родовой к денежной экономике. Существовавшие с незапамятных времен обычаи были уничтожены всего за несколько поколений, и власть денег могла пренебрегать всеми правами.

С другой стороны, земледелец был потенциально гораздо более независим. Если он находил свое положение нетерпимым, он мог присоединиться к какой-нибудь группе людей для создания нового поселения. Если достаточное количество людей находило свое положение нетерпимым, они могли восстать и действительно восставали. В условиях общего употребления железа и обучения всех граждан обращаться с оружием такие восстания были часто успешными, и страх перед ними сдерживал произвол олигархов и тиранов.

Тем не менее с начала железного века гнет власти денег и неоднократные, хотя и неизбежно временные, успехи в попытках избавиться от него путем реформы или революции стали лейтмотивом истории городов. К концу классической эпохи, во времена эллинистической и Римской империй, власть денег, казалось, одержала полную победу, но именно эта победа привела к столь широко распространенной нищете и отчаянию, так что весь строй рухнул и произошел возврат к более простой феодальной экономике, в которой деньги на первых порах играли лишь незначительную роль.

Алфавит и литература

Важным достижением железного века для возникновения науки было упрощение сложных систем письма—иероглифического и клинописного,—существовавших в эпоху древних империй, и создание простого финикийского *алфавита*, который сделал грамотность такой же общедоступной и демократичной, как и железо^{2.48}. Этот алфавит образовался в связи с торговыми сношениями между народами, которые говорили на различных языках, а должны были иметь дело с одними и теми же вещами. Так как символизм алфавита был основан на звуках, он мог использоваться в различных языках; одновременно он открыл мир разумных сношений для гораздо более широкого круга лиц, чем круг жрецов и чиновников в прежние времена. Письменность перестала применяться исключительно для составления официальных или деловых документов, начала появляться *литература*—поэтическая, историческая и философская. Понятно, что сами поэтические и прозаические произведения, в форме *эпосов* или *сэг*, передаваемые бардами, или профессиональными рассказчиками, существовали, повидимому, уже задолго до появления алфавитной или даже иероглифической письменности. Литература лишь в силу одного того, что она по своей форме является писанной, зависит от письменности и может процветать только там, где письменность является простой и широко доступной для чтения, то есть в местах, где имеется алфавитное письмо. Однако иероглифическая и китайская литература, будучи изысканной, никогда не могла быть общедоступной.

4.3. ФИНИКИЯНЕ И ИУДЕИ

Первым народом, извлекавшим пользу из новых условий цивилизации железного века, были финикийцы, жившие на сирийском побережье. Им благоприятствовало то, что они занимали срединное положение между древними великими державами—Египтом и Ассирией,—и то, что они в изобилии снабжались хорошим корабельным лесом из Ливана. Они пролагали торговые пути, используя морской транспорт, и популяризировали изобретенный ими алфавит всюду, куда приходили. Однако даже в своих наиболее отдаленных колониях вроде Карфагена или Кадикса они были слишком связаны культурными традициями древневавилонской цивилизации, чтобы сделать что-либо большее, чем приспособить ее к новым условиям, не породив много нового, хотя мы можем предполагать, что те достижения, которые они имели, были или уничтожены, или присвоены римлянами.

Совершенно иная роль в истории культуры выпала на долю иудеев, имевших с финикийцами тесные сношения и являвшихся наряду с ними носителями смешанной египетско-вавилонской культуры. Так как иудеи жили в окружении воевавших народов—египтян, хеттов, филистимлян и ассирийцев, которых затем сменили персы и греки, и не имели возможностей вести морскую торговлю, то их независимость все время находилась под угрозой и в конце концов была спасена как национальная сущность только благодаря культурной традиции или закону, записанному в книге—Библии. Будучи также небольшим народом, живущим в сравнительно бедной стране, они смогли, впрочем, лишь путем непрерывных усилий избежать господства местных царей или олигархов. По обоим этим причинам независимость, свобода и демократия стали неразрывно связанными в их религии. В этом отношении иудеи были единственными в древнем мире, и влияние их религии, их священных книг должно было подтвердить их колоссальное влияние на последующее развитие цивилизации (стр. 152 и далее, 540 и далее).

Библия. Закон и справедливость

Библия иудеев, или то, что мы называем Ветхим заветом, представляет собой нечто большее, чем свод древних рассказов и легенд, как бы они ни были ценны для нашего понимания прошлого. Впервые она была написана примерно в V веке до н. э. и сохранялась с тех пор как религиозный и национальный объединяющий фактор. Это—книга, содержащая мораль, полная пропаганды, выраженной в поэтической форме. Пропаганда так же стара, как и письменность, но до этого времени она была пропагандой величия и могущества царей и жрецов. Пропаганда Библии иная—она по существу народна, подчеркивая идеи *закона* и *справедливости*. Своеобразный характер Библии заключается не в каждом из этих понятий порознь—так как, кроме иудеев, они были свойственны и другим культурам,—а в их сочетании. Справедливость, как она трактуется в Библии, является в основном протестом против злоупотреблений богатых и сильных, которые тогда, как и теперь, были склонны вступать на чуждый народу путь угнетения. Их можно было обуздать именем закона и завета при своевременной поддержке силами народа. Иудеи явились, как известно, первым народом, боровшимся за идею, и войны маккавеев свидетельствовали об их фанатизме и воинственности. История иудеев представляет собой непрерывное отстаивание прав народа во имя бога. Библия часто—непосредственно в христианстве и косвенно, через Коран, в исламе—являлась вдохновением и оправданием народных революционных движений (стр. 153, 540).

Книга «Бытия»

Однако другая, менее всего характерная для иудеев составная часть Библии оказала наиболее значительное влияние на науку. Ранние книги Библии являются вариантами древних вавилонских и даже еще более древних

шумерийских преданий о сотворении мира. Они представляют собою попытку объяснить происхождение мира и человека; и это было весьма положительным достижением в 3000 годах до н. э., на самой заре цивилизации. Эти мифы, будучи воспринятыми древнееврейскими племенами, вскоре стали важнейшим оправданием соглашения между богом и его народом и, следовательно, не подлежали проверке и критике. А еще позднее эти мифы, будучи частью священных книг иудеев, дошли до нас как буквальные божественные откровения, которые необходимо принимать на веру.

Тогда верования иудеев, как в своей первоначальной форме, так и прошедшей в основном отсюда форме христианства, пережили падение классической цивилизации потому, что эти верования имели прочную опору в чувствах народа. Они смогли в силу этого обстоятельства гораздо лучше перенести испытания тяжелых времен, чем более логичные, но едва ли более научные системы греческих философов, которые, как чувствовал простой народ—а это так и было,—являлись тщательно разработанным оправданием власти высших классов^{2.42а}. В новых цивилизациях, которые выросли на развалинах старых, религия явилась центральным организующим принципом, и в соответствии с этим Библия и Коран завоевали непререкаемый авторитет в вопросах науки, а равно и в области веры и морали. Последние главы этой истории покажут, с какой трудностью и сколь несовершенно человеческой мысли удалось освободиться от этих допотопных остатков мифов древнего человека.

4.4. ГРЕКИ

Наибольших успехов в использовании новых условий железного века достигли греки. У них было двойное преимущество: значительная отдаленность от консервативного влияния более древних цивилизаций и в то же время наличие возможности широко использовать их традиции. К тому же они были защищены в ранний период формирования своей культуры своею нищетой, своею удаленностью и своей морской мощью от гораздо менее цивилизованных, но более воинственных наследников древних империй—сухопутных армий мидян и персов.

То обстоятельство, что осознанная и непрерывная связующая нить истории и науки тянется к нам почти целиком от греков, является случайным, но только отчасти. Греки были единственным народом, который перенял, большей частью почти не осознавая и не признавая этого, массу знаний, сохранившихся еще после нескольких столетий разрушительных войн и относительного пренебрежения к знанию в древних империях Египта и Вавилона. Но греки пошли гораздо дальше. Они восприняли эти знания и благодаря своему собственному глубокому интересу и разуму превратили их в нечто и более простое, и более абстрактное, и более рациональное. Со времен древних греков и до наших дней эта нить знания уже не прерывалась. Временами она, возможно, терялась, но всегда было можно вновь своевременно найти ее для того, чтобы воспользоваться ею. Знания более ранних цивилизаций оказали влияние на наши собственные знания только через посредство греков. То, что мы знаем теперь о достижениях разума во времена древних египтян и вавилонян из их собственных письменных памятников, было изучено слишком поздно для того, чтобы оказать непосредственное влияние на нашу цивилизацию.

Классическая культура

Между XII и VI веками до н. э. на землях греков была создана единая культура, в большой степени усвоившая существовавшие знания и добавившая к ним гораздо больше своих собственных. Возникшая в результате этого *классическая культура*, как мы ее сейчас называем, пополненная, но, по существу, не измененная культурой Александрии и Рима, остается краеугольным камнем нашей современной мировой культуры. Классическая культура была

синтетической, она использовала каждый элемент культуры, который она могла найти в странах, где была распространена и с которыми она приходила в соприкосновение. Она не была, однако, простым продолжением этих культур. Она представляла собой нечто определенно новое. Между тем характерными чертами классической культуры, которые отличают ее, не являются те, которые иногда называют культурными. До и после нее существовали другие цивилизации, для которых характерны развитое искусство и литература. Великий вклад классической культуры заключен в политических институтах, в частности в демократии, и в естественных науках, особенно в математике и астрономии.

Рождение абстрактной науки

Неповторимо своеобразный характер мышления и деятельности греков заключается именно в том аспекте их жизни, который назван нами научным способом мышления. Под этим я подразумеваю не просто знание или практику науки, а способность отделять фактическое и поддающееся проверке от эмоциональных и традиционных утверждений. В этом характерном способе мышления можно различать две стороны: рациональную и реалистическую, то есть способность к доказательству с помощью аргументов и обращение к общепринятому опыту.

То, что греки смогли достичь этого, пусть частично, произошло благодаря тем историческим обстоятельствам, при которых формировалась их культура. Греки не создали цивилизации и даже не унаследовали ее—они ее открыли. Колоссальным преимуществом, которое они при этом получили, было то, что для них цивилизация явилась чем-то новым и волнующим, причем она не могла быть взята как некий дар. Исходная культура греков, живших на материке, была обычной для Европы культурой сельского типа. Она не могла противостоять гораздо более развитым культурам стран, в которые пришли греки,—исключительно богатой и загадочной вторичной культуре Крита и Анатолии, из которой произошло столь многое в классической культуре. Слова, оканчивающиеся на «иссос» (*«iissos»*) и «интос» (*«inthos»*), повидимому, критского происхождения; некоторые из них дошли до нас, как, например, имена Нарцисс (*Narcissus*) и Гиацинт (*Hyacinth*). Влияние на греков исходных центров цивилизации—Месопотамии и Египта—могло возникнуть лишь в более позднее время.

Однако, утрачивая свою исходную культуру, греки не переняли и не могли перенять целиком культуры других стран. Их дело заключалось в том, что они отобрали из культур других стран все имевшее, по их мнению, значение. На практике отбиралось любое полезное техническое достижение, а в области идей давалось главным образом объяснение деятельности вселенной, отбрасывая непомерно сложные построения теологии и основанные на них предрассудки, которые возникли в период упадка, предшествовавший и продолжавшийся при нашествиях во время железного века. Гомер, первый и величайший из греческих поэтов, навеки запечатлел картину мира, в который пришли греки. В «Илиаде» и «Одиссее» мы обнаруживаем колоссальный контраст между простой сельской жизнью вновь пришедших эллинских родов и сложными, богатыми и древними цивилизациями, которые они открыли только для того, чтобы уничтожить их. Поэмы Гомера остались для греков библией, которая служила общей основой поверий о богах и людях, об искусстве ведения войны и поддержания мира. В них содержалось столько науки, сколько вообще было необходимо знать среднему человеку.

Экономическая основа греческого города

Греческая культура, как и большинство западных культур железного века, имела экономическую основу, настолько отличную от экономики более старых культур, опирающихся на речную ирригацию, что многое из образа жизни этих

старых культур по существу своему не поддавалось ассимиляции. Греческая культура зависела от довольно бедного вида богарного земледелия с небольшими крестьянскими наделами, дополняемыми виноградарством, разведением оливковых рощ и рыболовством. Гесиод, поэт раннего периода греческой культуры, довольно мрачно описывает эту жизнь. Землю своего отца в Аскре, в Беотии, он описывает как «холодную зимою, горячую летом, всегда нехорошую». Тем не менее экономика железного века, хотя и подверженная периодическим долговым кризисам, была в основе своей стабильной до тех пор, пока рабство не распространилось в широких масштабах. Она дополнялась и уравнивалась широкой внешней торговлей, которая больше уже не была, как в более древних цивилизациях, торговлей главным образом предметами роскоши для храмов и дворцов, а занималась доставкой в большом количестве необходимых товаров для простых граждан.

Наиболее типичный греческий город-государство—Аттика имел так мало хорошей земли, пригодной для выращивания зерновых культур, что он зависел от экспорта гончарных изделий, оливкового масла и серебра, в обмен на которые он мог покупать продовольствие для сравнительно большого—свыше 300 тысяч—населения города Афин. Древние греки могли полностью использовать местные ресурсы с такой интенсивностью и простотой, какая возможна лишь в плотно заселенном городе. В этих условиях происходили быстрые и даже насильственные экономические и политические перемены, тогда как хотя традиции и не забывались, но они не принимались в расчет. Более предпримчивые граждане имели и стремление и возможность решать, что они намерены делать,—и делали это. По мере развития своих успехов они могли улучшать свое положение в обществе безо всяких препятствий со стороны государства или рода. Институты и божества уже утратили свое прежнее значение, и больше внимания стало уделяться людям.

Искусство и диалектика

Реалистическое изображение человека в живописи и скульптуре, в драматургии и науке явилось характерной новой чертой греческой цивилизации. Греческое искусство, представленное статуями и росписью на вазах—большие фрески были целиком уничтожены,—свидетельствует о сосредоточении внимания на обнаженном человеческом теле, что казалось бы странным, если бы мы к этому так не привыкли. Такое искусство изображения исходит из обрядовых игр и происшедшего от них культа атлетики. Египетские статуи имели непосредственную магическую цель: они должны были перевоплотить дух (Ка) умершего человека и казаться жизнеподобными, чтобы быть действенными. Греческий скульптор был более искушенным. Он старался подсказать идеал, к которому стремится совершенство человеческого тела. В греческой культуре атлет, художник и врач работали в тесном содружестве, и это, кроме всего прочего, имело своим результатом то, что медики стали уделять больше внимания здоровью, чем болезни.

Реализм в искусстве пришел с рационализацией слов. Ввиду устарелости древних санкций о каждом отдельном случае необходимо было судить по его достоинствам. История греческой философии и греческой науки—тогда они существовали нераздельно—является историей нахождения такой последовательной аргументации; аргументацию *за* и *против* греки называли *диалектикой*. Способность к аргументации стала возможной также благодаря политическим особенностям греческой жизни. Небольшой город-государство создавал более широкий кругозор для *отдельного* среднего гражданина, чем столица большой империи. В то же время интенсивная политическая жизнь города с особым значением в ней торговых сделок и судебных дел, в которых каждый человек в первое время являлся своим собственным адвокатом, а судьи избирались жеребьевкой, делала возможным и действительно необходимым развитие до наивысшей степени искусства аргументации. Значение, которое придава-

лось мастерству слова, привело к возникновению большой литературы и ораторского искусства, однако в то же время недостатком его было отвлечение мышления от изучения вещей и обращения с ними.

Отделение науки от техники

Греческая наука коренным образом отличается от науки ранних цивилизаций; она значительно более рациональна и *абстрактна*, но так же, как и они, или даже еще больше далека от техники. По традиции она передала нам формы аргументации, основанной на общих принципах, а не на примерах, взятых из конкретных проблем техники или управления государством, вроде тех, которые мы находим в египетских или месопотамских текстах (стр. 81). Математика, особенно геометрия, была той областью, которую греки оценивали очень высоко и где их методы дедукции и доказательств до сих пор используются нами. Ввиду колоссального авторитета этих методов мы склонны упускать из виду тот факт, что они применимы к весьма ограниченной части природы и даже в этих случаях только там, где была проделана подготовительная работа по наблюдению и опыту. Вера в то, что вселенная рациональна и что она во всех деталях может быть выведена чисто логически, исходя из первичных принципов, несомненно, способствовала на начальном этапе развития греческой науки освобождению людей от предрассудков. Позднее, особенно после того, как Аристотель стал непрекращаемым авторитетом, вместо того, чтобы, как он этого хотел, стимулировать исследования, этот абстрактный и априорный подход неизбежно оказался гибельным для науки. Он вел поколения мыслящих людей к убеждению в том, будто они уже разрешили проблемы, которые еще даже не начали изучаться (стр. 177 и далее, 541).

Технические достижения раннего периода железного века, и особенно достижения греков до александрийского периода, хотя и важные с точки зрения своих результатов, не являлись столь фундаментальными нововведениями, как нововведения бронзового века. Использование железа привело непосредственно к улучшению всех орукояченных орудий, вроде топора и молотка, а также сделало возможным изготовление орудий производства, подобно лопате, которая, будь она из бронзы, обходилась бы слишком дорого, чтобы ее можно было использовать. Применение железа, повидимому, сделало также возможным использование *шарнира*, что привело к созданию двух новых довольно важных инструментов—клещей и чертежного циркуля. Все это могло иметь место благодаря тому, что полосы железа легко гнулись, образуя отверстие для рукоятки или стержня. И не столько совершенствование орудий, сколько их общедоступность составила революционный прогресс техники в железном веке. Наиболее важные достижения появились позже благодаря сочетанию греческой математики с египетской или сирийской техникой, включая, как мы далее увидим (стр. 129), всевозможное применение вращательных механизмов—мельницы и прессы, блоки и лебедки, а также гидравлические и пневматические устройства, водоподъемники и насосы.

Из изобретений в области химии наиболее важным является изобретение выдувного стекла, впервые полученного в Египте, хотя оно в течение длительного времени оставалось предметом роскоши. В результате нескольких нововведений и многих усовершенствований эффективность техники классической эпохи, в частности техники применения металла, была к VI веку до н. э. гораздо выше эффективности культур бронзового века в период их расцвета. Это было одной из причин, благодаря которым греческие солдаты с их латами могли в течение нескольких столетий побеждать намного превосходившие их по численности войска азиатских народов.

Технические достижения железного века не повлияли, однако, на знаток так, как это было в ранний период бронзового века. Отчасти это произошло потому, что они, по существу, были усовершенствованиями, а не радикальными нововведениями, и поэтому они не будили воображение. Кроме того, эти

достижения порождали незначительную потребность в новых вспомогательных научно-технических приемах. Чтобы справиться с ними, достаточно было арифметики и геометрии. Наиболее важной причиной, однако, было то, что ремесленника все еще презирали. Рабочий-ремесленник—*cheirourgos* на греческом языке (наших хирургов все еще называют мистер, а не доктор) считался существом, определенно низшим по сравнению с работниками умственного труда или созерцательным мыслителем. Это была не новая идея—она была унаследована от древней цивилизации (стр. 72, 79),—но она значительно усилилась, особенно в греческом обществе более позднего периода, вследствие того, что она ассоциировалась с рабством. Хотя значительная часть ремесленных работ осуществлялась свободными людьми, последние много теряли от конкуренции с рабами, так что их работа называлась низкой и холопской.

Подобным же образом рабовладельческое общество делало унижительным экономическое и общественное положение женщин. И в самом деле, полсжение жен и дочерей греческих граждан куда хуже, чем во времена более древних цивилизаций. Им не было разрешено принимать участия в общественной жизни, и жилось им немногим лучше, чем домашним рабам. В результате вся работа по дому, которая требовала намного больше мастерства, чем в настоящее время, так как в нее входили, например, и ткачество и приготовление простых лекарств, не удостоивалась внимания философа. Ибо хотя философы использовали работу ремесленников для выведения своих идей, таких, как идеи о развитии природы, они непосредственно были почти незнакомы с этой работой, и ничто не побуждало их совершенствовать ее, и вследствие этого философы не могли извлечь из нее то богатство проблем и предположений, благодаря которым в эпоху Возрождения была создана современная наука.

Архитектура

Необходимо сделать одно важное исключение из существовавшего тогда общего пренебрежения к механическим работам. Архитектура в Греции поднялась до уровня гражданской профессии, а не считалась просто ручным мастерством. Мы знаем великие красоты, пропорции и симметрии греческой архитектуры и выдающуюся ее последовательницу—римскую архитектуру. В настоящее время архитектура является прежде всего [художественным] мастерством, зависящим от геометрии и требующим составления тщательных чертежей. Поэтому архитектура вряд ли могла не оказать влияния на королеву греческой науки—математику. Два инструмента—циркуль чертежника и токарный станок—содействовали этому. Циркуль явился таким удобным, точным инструментом, что неудивительно, что греческая геометрия связала себя почти исключительно с линейно-окружными конструкциями. «Патронный», или винторезный, токарный станок с его возвратно-поступательными движениями происходит от лучкового сверла, которое было изобретено в период бронзового века; современный приводной токарный станок появился лишь в XIV веке н. э.²⁻³¹, хотя винторезный токарный станок используется до сих пор во многих частях света и прекратил свое существование в Англии лишь пятьдесят лет назад. На таком токарном станке стало возможным обтачивать цилиндры, конусы и шары, и они оказались замечательными пособиями для математика. Степень влияния техники на науку в Греции была не незначительной, но сравнительно гораздо меньшей, чем в более древних цивилизациях. Соответственно этому греческая наука развивалась более общим и независимым способом, но так как опыт недостаточно сдерживал науку, она имела тенденцию запутываться в домыслах и абстракциях.

Содержание и метод греческой науки

Тем не менее современная наука произошла непосредственно из греческой науки, которая в общем определила ее развитие, метод и язык. Все общие проблемы, на основе которых выросла современная наука,—природа небес,

человеческого тела или деятельность вселенной—были сформулированы греками. К несчастью, они также думали, что разрешили эти проблемы своим собственным, особо логичным, прекрасным, завершенным способом. Первейшей задачей современной науки после эпохи Возрождения было показать, что в большинстве случаев эти решения были бессмысленными или неправильными. И так как этот процесс занял почти четыреста лет, то это могло бы убедить нас в том, будто греческая наука скорее мешала, чем помогала решению этих проблем. Однако мы не можем сказать, были бы вообще поставлены эти проблемы, если бы греческой науки не существовало.

Этапы развития греческой науки

Историю греческой науки, хотя она и представляла собой единое непрерывное движение, можно все же обоснованно разделить на четыре важных этапа, которые можно назвать ионийским, афинским, александрийским (или эллинистическим) и римским. Ионийский этап (4.5) охватывает VI век до н. э. и является периодом зарождения греческой науки на территории, где наиболее сильно ощущалось влияние более древних цивилизаций. Этот этап связан с легендарными фигурами Фалеса и Пифагора, а также других натурфилософов, которые размышляли в основном в духе материализма о том, из чего состоит мир и как он образовался. Эта философия, поскольку утверждался век социального развития, явилась, по существу, позитивной и обнадеживающей.

Второй этап (4.6) охватывает 480—330 годы до н. э.—период между успешным окончанием персидских войн и действительным подчинением Александром Великим независимых греческих городов. Это было в то время, когда греческая культура достигла вершины своих достижений при афинской демократии века Перикла только для того, чтобы погубить себя в междоусобицах и войнах. В этот период интересы философии переключились с объяснения материального мира на объяснение природы человека и его общественного долга. Это был великий период Сократа, Платона и Аристотеля, который обычно считается вершиной греческой мудрости.

Третий этап (4.7) развития греческой культуры, называемый эллинистическим, начался с упадка независимых городов-государств и с их подчинения обширным империям нового типа. Империя Александра вновь дала возможность греческой науке прийти в непосредственное соприкосновение с более древними источниками культуры на востоке, вплоть до Индии. Александрия стала новым прибежищем науки, и там впервые в истории общества науке было оказано материальное содействие посредством основания Мусейона. Результатом этого явилось значительное развитие математики, механики и астрономии, которое ассоциируется у нас с именами Эвклида, Архимеда и Гиппарха. Для истории науки, как отличной от философии области, этому третьему этапу было суждено стать наиболее важным из всех—ведь именно тогда впервые сформировалась основа точной науки как связного целого, причем она в достаточной мере сохранилась, несмотря на все утраты в последующие мрачные века раннего средневековья, чтобы вдохнуть жизнь в науку почти 2000 лет спустя. Начиная со II века и далее, с приходом римлян, эти усилия ослабли, а затем и вовсе прекратились задолго до действительного падения империи Александра. Последний этап (4.8) не отличается какой-либо оригинальностью, но он заслуживает специального рассмотрения, так как явился мостом между древнеклассической и всеми последующими науками.

4.5. ПЕРВЫЙ ЭТАП ГРЕЧЕСКОЙ НАУКИ

Ионийский натурализм

Обычно считается, что греческая наука возникла в ионийских городах Малой Азии, в частности в Милете, имевшем наиболее тесное общение с древними цивилизациями, а также в новых греческих колониях, которые были

созданы в Италии и Сицилии. Она появилась в VI веке до н. э., как раз в то время, когда рушилось господство старой земельной аристократии и власть переходила к различным местным деятелям—*тиранам*, которых поддерживали торговые классы. Греческий мир VI века до н. э. был миром усиленной экспансии. Его торговым центром была сначала восточная часть берегов Эгейского моря, заселенная главным образом ионийцами, одной из наиболее старых племенных групп греков, живших на материке. Они создали колонии по всему Средиземному морю вплоть до Марселя, Неаполя и Сицилии, а также на востоке вплоть до берегов Черного моря. Когда под давлением персов они были вынуждены покинуть свои старые места, их новые поселения—колонии—превращались в торговые и культурные центры, по существу, такого же характера. Вот почему есть основание включить Фалеса, родившегося в городе Милете, Гераклита—из расположенного неподалеку Эфеса, Пифагора—беженца с острова Самос, поселившегося в Южной Италии, и Эмпедокла из Сицилии в одну группу ионийских философов.

В эту эпоху—при таких условиях традиции были не в почете—и создалась возможность получить новые ответы на старые вопросы. Величайшим достоинством греческой мысли раннего периода было то, что она пыталась просто и конкретно ответить на все эти вопросы. Это была попытка сформулировать теорию о мире—из чего он состоит и как он действует—в понятиях повседневной жизни и труда.

Философы и мудрецы

Люди, задававшие подобные вопросы и отвечавшие на них, только позднее были названы Сократом *философами*, то есть любителями мудрости. В то время их называли софистами, то есть мудрыми людьми. В настоящее время мы мало знаем о них или об их убеждениях; большинство сведений сохранялось благодаря устным преданиям, и, наконец, несколько отрывков было сохранено в ссылках в работах Платона и Аристотеля, которые использовали их главным образом для опровержения или высмеивания своих предшественников. Тот факт, что об этих людях знали и помнили и что предание об их жизни сохранилось, показывает, насколько значительными они должны были быть в свое время. Когда после войн начала железного века выкристаллизовывалась новая цивилизация, эти философы явились как представители нового общественного типа. Тем не менее они были, по существу, мудрыми людьми, мудрецами, которые подхватили и распространили старые знания древнего Востока, приспособив и усовершенствовав их в соответствии с новым временем. Они также были пророками и руководителями религиозных тайных обрядов, часто основывали полумонашеские общины, которые одновременно являлись школами. Преуспевшим, а мы знаем только о таких, обычно удавалось обеспечить себе положение политического или ученого советника какого-либо тирана или демократического правителя; с ними советовались, а возможно, они и сами давали непрошенные советы по любым вопросам. Если они ссорились со своим покровителем, то их место обычно захватывали соперники. Если за каким-либо правительством стоял знаменитый философ, то это увеличивало престиж и устойчивость последнего. Периклу, например, было выгодно присутствие Анаксагора, но тогда этот философ зашел слишком далеко в своем пренебрежении к общепринятым убеждениям и был изгнан. Независимо от того, покровительствовали ли этим философам аристократы или демократы, почти все они были зажиточными людьми. Мы слышали лишь о немногих, кому приходилось зарабатывать себе на жизнь; Протагор и другие софисты V века получали плату за обучение. Платон, достаточно богатый, чтобы не нуждаться в этом, насмехался над этим делом. Он понимал, что они утрачивали свое независимое положение философов.

Не только в Греции находились такие философы. Во многих частях мира преобразования железного века давали большое преимущество людям с подобными идеями и миссиями. В Палестине это были пророки и более поздние

авторы книг мудрости, таких, как Екклезиаст или Книга Иова. Иеремия вполне мог встретиться с Фалесом в Навкратисе в Египте. В Индии имелись риши и будды, из коих наиболее известен Гаутама Будда. В Китае Лао-цзы и Конфуций жили примерно в это же время. Все они формулировали общие взгляды на мир природы и человека. Большинство из них давало советы государям и пыталось преобразовать государства, но в основном безуспешно. Большинство этих философов в свое время были не ортодоксальными мыслителями даже тогда, когда они провозглашали, как Конфуций, что стараются овладеть мудростью древних. Лишь позднее они должны были стать основателями новых ортодоксий.

Эти философы были обязаны своими успехами тому факту, что они восполнили пропасть, образовавшуюся в идеях в результате экономического преобразования цивилизации бронзового века в цивилизацию века железного. Они обеспечили то, что Маркс называл идеологической надстройкой для новой системы производственных отношений. При этой новой системе руководство обществом, находившееся в руках купцов, тиранов и военных государей, было, очевидно, более оторвано от материально-технической стороны производства, чем это было в бронзовый век. Да и философы в противоположность великим руководителям работ времен строительства каналов, пирамид и храмов не имели никакого отношения к действительному материальному движению экономики. В результате воздвигнутая ими надстройка была в общем идеалистической и не способствовала росту опытных наук.

Однако ранние ионийские философы не совсем соответствуют такому изображению. В их время рабовладельческое государство и правление богачей еще далеко не полностью установились. Соответственно ионийцы отличались от большинства восточных мудрецов тем, что они были в то же время материалистами, рационалистами и атеистами. В отличие от своих последователей эти философы меньше занимались моралью и политикой и больше—природой.

Мир и его элементы. Фалес, Гераклит и Эмпедокл

Первым представителем традиционной греческой философии был Фалес. Ему приписывают создание теории о том, что все первоначально было водой, из которой выделялись земля, воздух и живые существа. Признано, что это та же теория, что и в книге Бытия,—обычный шумерийский миф о сотворении мира, вполне оправданный для страны, расположенной в дельте реки, где приходилось отвоевывать сухую землю у болот. Эти мифы, ввиду того что они верно сохраняли свою первоначальную форму, которая относится к эпохе до появления первых классовых обществ, можно считать в своей основе материалистическими^{2, 47}. Новое в версии Фалеса состоит в том, что он опускает творца. Подобно Лапласовскому ответу Наполеону, данному многими столетиями позже, «он не нуждался в этой гипотезе». Материализм Фалеса содержится в его увлечении природой и в отказе от метафизического умозрения, которое позднее вводилось для того, чтобы оправдать классовое общество. Это не механистический материализм, а скорее такой материализм, в котором вся материя мыслится как одушевленная. Он был *гилозоистом* (материя-жизнь). Это в основе своей материалистическое и атеистическое учение поддерживали позднее философы этой школы—Анаксимандр и Анаксимен, которые видоизменили эту гипотезу с тем, чтобы распространить ее на значительно большее количество явлений. Они также говорят о земле, тумане* и огне как об *элементах* (л, м, н) (по-гречески—*stoicheia*, или буквы), из которых состоит мир, подобно тому как слова составляются из букв. Гераклит, философ изменчивости,

* У древних греков не было понятия о неощущаемом и невидимом воздухе. Поэтому они говорили о тумане или паре. У Анаксимандра впервые появляется понятие «апейрон»—воздух, эфир—как первооснова всего сущего. Туман же был равноправным элементом.—*Прим. ред.*

избрал своим девизом *panta rhei*—все течет. Он полагал, что огонь является первичным элементом в силу своей активности и потому, что может все преобразовать. Он выражает это следующим образом: «На огонь обменивается все, и огонь—на все, как на золото—товары и на товары—золото»^{1·14·16}. Это высказывание еще раз показывает то, каким образом технические процессы и практическая экономическая практика породили новую философию. Гераклит также ввел идею о противоположностях: некоторые вещи, вроде огня, стремятся вверх, а другие, как камень,—книзу. Две противоположности являлись необходимыми друг для друга и порождали такое напряженное состояние, которое, например, создается между луком и его тетивой. Это явилось первым провозглашением диалектической философии.

Эмпедокл, преемник этой школы философов-материалистов, показал на опыте, что невидимый воздух также является материальной субстанцией, и установил следующий порядок первичных элементов: земля, вода, воздух и огонь, один над другим, каждый в случае нарушения его местоположения стремится снова занять свое место. Он полагал, что противоположные тенденции—любовь и вражда, которые также считал механически действующими материальными факторами, непрерывно смешивают эти элементы и вновь отделяют их один от другого. Это похоже, хотя, вероятно, представляет совершенно самостоятельное явление, на дуализм Инь и Янг в древнем Китае. В этом случае мы также имеем два начала—мужское и женское, огонь и воду, взаимодействующие, чтобы образовать остальные элементы, металл, дерево и, наконец, землю, а из них при дальнейшем смешении—«десять тысяч вещей» материального мира.

Мысль ионийцев была целиком устремлена к динамическому миру *непрерывного взаимного преобразования материальных элементов*. Большинство философов последующих времен были склонны больше сосредоточивать внимание на установленном *естественном порядке* элементов и думать о них как о неподвижной и неизменной части устройства вселенной. Этот статический порядок элементов, обобщенный Аристотелем, использовался для ограничения всевозможных прогрессивных изменений, в особенности социальных изменений. Это можно было сделать путем приравнения элементов к общественным классам и выведения отсюда того, что идеальным и окончательным положением в социальном мире является такое положение, при котором низшие классы подчинены высшим. Это отождествление общественного и естественного миров мешало пониманию и того и другого. Оно превратило первоначально материалистическую теорию в теорию формалистическую и препятствовало развитию астрономии, медицины и химии, навязывая им искусственные аналогии, претендовавшие на санкционирование всеобщего порядка.

Другая укореившаяся путаница лежала в основе мировоззрения древних: их элементам приходилось выполнять две несовместимые функции. С одной стороны, они выступали как действующие материальные частицы и движения известного им мира; элементы эти служили для объяснения, не прибегая к помощи богов, всей панорамы суши и моря, солнечных лучей и бури. В этом смысле мы и говорим еще о яркости этих элементов. Совершенно по-иному элементы также выступали как качество—жара и холод, сырость и сухость, легкость и тяжесть,—не будучи атрибутами чего-либо. Ни один из элементов не был прикреплён к особой материальной субстанции, как это было с химическими элементами в XIX веке. Анаксагор (около 500—428 годы до н. э.), последний из ионийцев, зашел так далеко, что заявлял, что семена каждого элемента содержатся во всем, подобно нашим представлениям о *состоянии материи*—газообразном, жидком или твердом.

Торжеством ранней ионийской школы было то, что она создала картину возникновения и деятельности вселенной без вмешательства богов или предопределенности. Основной ее слабостью была ее неопределенность, ее чисто описательный и качественный характер. Сама по себе она не могла привести ни

к чему, с ее помощью нельзя было достигнуть ничего конкретного. Необходимо было введение в философию понятий *числа и количества*.

Количество и число. Пифагор

Стремление связать произвольно простые численные пропорции с небесными объектами, истоки которого, возможно, имелись в астрономии вавилонян, появилось уже в работе Анаксимандра (611—547 годы до н. э.), который полагал, что расстояние до звезд, луны и солнца соответственно в 9, 18 и 27 раз больше земного диска. Приложение *чисел* ко всем областям природы связывается с учением Пифагора (582—500 годы до н. э.). Выходец с Самоса, острова около Милета, он эмигрировал в Южную Италию, где основал своего рода философско-религиозную школу. Независимо от того, был ли Пифагор целиком легендарной фигурой или нет, школа, носившая его имя, была достаточно реальной и оказывала огромное влияние в более поздние времена, особенно благодаря ее наиболее выдающемуся представителю—Платону (427—347 годы до н. э.).

В пифагорейском учении сочетаются две тенденции идей—*математическая* и *мистическая*. Неизвестно, какая часть пифагорейской математики была создана самим Пифагором. Наверное известно, что его знаменитая теорема о прямоугольном треугольнике была хорошо известна египтянам в качестве практического правила, а вавилоняне составляли длинные таблицы «пифагорейских» треугольников. Возможно даже, что все числовые теории Пифагора как в мистическом, так и в математическом аспекте были взяты из какого-нибудь источника восточной мысли, как это убедительно подтверждается их характером. Но независимо от того, был ли Пифагор зачинателем этого учения или только передатчиком, установленная его школой связь между математикой, наукой и философией никогда уже не утрачивалась.

Пифагор видел в *числах* ключ к пониманию вселенной. Он относил их, с одной стороны, к геометрии, показывая, как квадраты и треугольники могут быть образованы из соответствующим образом расположенных точек, и, с другой стороны,—к физике, своим открытием, что струны, которые просто *соотносились* по длине, издавали звуки с правильными музыкальными интервалами между ними—октавами, терциями и т. д. Это связало ранее чувственно воспринимаемую гармонию с соотношениями чисел и, следовательно, с геометрическими формами. Пифагорейцы установили самый дух греческой геометрии своим настойчивым подчеркиванием безграничной важности пяти правильных геометрических тел, стороны которых могли состоять из треугольников, квадратов и пятиугольников. Пятиугольник обладал особенными магическими свойствами, потому что его построение с помощью линейки и компаса представляло собой триумф математики. Два из платоновых геометрических тел—двенадцатигранник и двадцатигранник—имели пятиугольную симметрию. Весь геометрический синтез Эвклида, несомненно, приводит к методу построения этих двух геометрических тел, и доказательство того, что больше таких тел быть не может, явилось кульминационной точкой греческой геометрии, предвосхищая современную теорию групп.

Соотношение и иррациональные числа

Пифагорейской школе мы обязаны одним важнейшим открытием в области математики, сделанным, впрочем, некоторое время спустя после смерти главы школы. Если любой отрезок длины можно выразить при помощи числа, то *соразмерность* двух различных отрезков должна выражаться как *соотношение* двух чисел. Но очень простой случай показывает, что это нельзя осуществить. Какое бы число вы ни использовали для выражения длины сторон квадрата, длина его диагонали не может быть выражена любым другим числом—целым или дробным. Это равноценно утверждению, что ни одно дробное число, умноженное само на себя, не может дать точно числа 2 или что $\sqrt{2}$ является числом

иррациональным. Открытие существования иррациональных чисел явилось серьезным ударом по всей пифагорейской школе и способствовало ее распаду. Одним выходом из этого положения было утверждение, что величины не являются реальными, другим, в конце концов принятым, было расширение понятия чисел с тем, чтобы включить в него и числа иррациональные^{2·41}.

Именно пифагорейцам обязаны мы той важной ролью, которую играют круг и шар в астрономии. Они думали, что Земля представляет собой шар и, кроме того, что она движется вместе с небесными телами—Солнцем, Луной и таинственной противоземлей—вокруг постоянно невидимого центрального огня. Эта идея, рационализированная Гераклитом (375 год до н. э.) и Аристархом (около 310—230 годов до н. э.), привела к современной картине солнечной системы.

Деятельность пифагорейской школы заложила самые основы математических, равно как и физических наук. Даже в математике совершенно явно обнаруживается наличие элемента мистики. Пифагорейцы связывали вечную душу с вечными формами числа, приписывая это свойство, в частности, числу $10=1+2+3+4$. Весь мир, по их учению, состоял из чистых чисел. Эта форма крайнего идеализма связана с каббалистикой, что и сейчас еще проявляется в святой троице, четырех евангелистах, семи смертных грехах и в числе зверя. Проявляется это также в современной математической физике, в тех случаях, когда ее адепты пытаются превратить бога в верховного математика^{2·40}.

Мистицизм проникает в науку

И в физике пифагорейцы слишком часто выходили за пределы фактов, а опытное познание подменяли мистикой чисел. Мистическая сторона в пифагорействе связывает его с орфическими мистериями, оставшимися от древней общинной магии и превратившимися уже в способ ухода от суровой действительности железного века^{2·45·154}. Орфизм, как религия рабов, действительно сходен в некоторых отношениях с христианством, особенно в символических свойствах, приписываемых колесу и пещере^{2·38}. Основным положением пифагорейцев была вера в переселение душ, по существу та же, что и у индусов, хотя, возможно, совершенно независимая от индийского влияния. Цель этого культа состояла в том, чтобы избежать цикла перевоплощения при помощи мистических опытов, «*оргий*», а также экстазного мистического созерцания—«*теорий*» = видений^{2·17·38}. Это подобно идее о достижении нирваны через йогу, которой Гаутама тщетно пытался противодействовать. Идея перерождения не была неприемлемой в древнекаменном веке, когда она впервые появилась. В железном же веке она была, по существу, реакционной, ибо затушевывает сущность социальной несправедливости и войны и, по меньшей мере, относится к ним с молчаливым одобрением (стр. 540)^{2·13}. В Бхагавадгите, когда Арджуна в ужасе спрашивает, как же могла возникнуть братоубийственная война, Кришна отвечает:

Если убийца кровавый думает, что он убил,
А этот убитый думает, что его убивают,
Они мало знают скрытых путей,
Я возвращаюсь, я прохожу, я вновь прихожу.

Мистическая цель заключалась в достижении отрешенности посредством очищения. Это очищение первоначально было чисто магической церемонией посвящения или перерождения. Позднее связь с пифагорейством обнаружилась в алхимии—при очищении металлов огнем (стр. 78). Пифагорейцы вывели идею об очищении через познание, *чистое познание* пассивного созерцания. Этот взгляд, как его выразил Платон, заключался в том, что людей, подобно зрителям на играх, можно разделить на три класса: те, кто идет, чтобы покупать и продавать, соревнующиеся и зрители. Последних, которые просто созерцают, он считал гораздо выше других. Этот идеал чистой науки, как созерцания,

происшедший от первобытного ритуала, ухудшенного классовым обществом, просуществовал до нашего времени. В настоящее время, как и тогда, этот идеал служит удобным оправданием наслаждения знанием без всякой ответственности.

Хотя эти выводы из взглядов Пифагора являются явно реакционными, они появились веком позже взглядов самого Пифагора. Исходная пифагорейская община, согласно Томсону^{2·45·210}, была в такой же степени политической, как и религиозной, и поэтому подвергалась преследованиям и в конце концов распалась. Томсон рассматривает пифагорейское учение как первое выражение *демократической* мысли, то есть рационализма торговцев *средних* классов в отличие от традиционализма земельной аристократии, и сравнивает влияние этого учения с влиянием кальвинизма. В частности, он связывает пифагорейское утверждение о ценности середины и о гармонии с решением проблем политической борьбы путем увеличения значения торговцев—мысль, которую мы в настоящее время приписываем Аристотелю.

Влияние Пифагора

Школа Пифагора знаменовала собой начало разветвления в развитии греческой науки—как в теории, так и на практике. От этой школы ведут свое происхождение две совершенно различные системы мышления. Наиболее абстрактные и логические стороны учения были восприняты Парменидом и, смешавшись со значительным количеством мистицизма, стали основой идеализма Платона. В противоположном направлении развития теория чисел Пифагора обрела материалистическое содержание в атомистической теории Левкиппа из Милета (475 год до н. э.) и Демокрита из Абдер (420 год до н. э.).

В практической науке пифагорейцы установили возможность операций с физическими величинами путем сведения их к мере и числу, общий метод, который, хотя и часто выходил за пределы собственных границ, обеспечил постоянные средства расширения господства человека над природой. Для математики значение учения Пифагора было даже еще большим ввиду того, что его школа создала метод *доказательства* путем *дедуктивных* суждений, выводимых из *постулатов*. Он является эффективным путем *обобщения* опыта, так как преобразует определенное количество примеров в *теорему*. Будучи ценным, например, в области математики, дедуктивное доказательство всегда использовалось с тех пор идеализмом для того, чтобы обосновать явную бессмыслицу, исходя из самоочевидных принципов.

Парменид

Среди первых философов, которые так и поступили, были Парменид (470 год до н. э.) из Элеи (Южная Италия) и его ученик Зенон (450 год до н. э.), связанные с аристократической и консервативной партией этого города. Парменид был философом чистого разума. Он энергично нападал на все исследовательские и опытные науки, утверждая, что такие занятия могут дать лишь неопределенные мнения вследствие ошибочности чувств, тогда как истины числа, которые воспринимаются чистым разумом, абсолютны. Требование *абсолютной истины* и определенности, чего нельзя обнаружить в несовершенных чувствах, в «невидящем глазе, в воспроизводящем звуки ухе», выражает потребность устойчивости, которая всегда снова возникает в смутные времена, обычно у потерпевших.

Неудивительно, что эта антинаучная идеалистическая тенденция была позднее подхвачена Платоном и сохранилась в философии вплоть до наших дней. Парменид пошел еще дальше: он опровергал с помощью логики идею Гераклита о том, что все изменяется. Если *то, что есть,—есть, и то, чего нет,—нет*, то ничего никогда не может случиться и *изменение невозможно*. Не только изменение, но даже и разнообразие невозможны в такой вселенной. *Реальная*

вселенная едина и неизменна. Поскольку же наши чувства показывают нам разнообразие и изменение, то они являются видимыми, а кажущийся материальный мир должен быть *иллюзией*. Таково первое ясное утверждение крайне идеалистического воззрения и начала *формальной логики*. Гегель взял логику Парменида и опроверг его доказательства, утверждая, что идея бытия, находящаяся в противоречии с идеей небытия, порождает идею становления и тем самым с помощью того же *диалектического идеализма*—весь сложный идеальный мир. Это была та философия, которую Маркс поставил на ноги, основав *диалектический материализм*. Идеализм Парменида не был таким чистым, как это кажется. Идея неизменного единства крайне удобна для меньшинства, правящего по «священному» праву.

Ученик Парменида, Зенон, выступив против основ математической и физической теории Пифагора, выдвинул четыре простых парадокса, которые, как видно, логически доказывают, что время или расстояние не могут быть ни непрерывными, ни прерывными. Если пространство непрерывно, то бегун никогда не достигнет цели. Если он находится на полпути, то ему понадобится время, чтобы одолеть половину остатка пути, и так *ad infinitum* (до бесконечности.—*Перев.*). Если же пространство прерывно, то стрела не сможет двигаться, ибо она находится либо в одной, либо в другой точке, а между ними ничего нет. Парадоксы Зенона не были совершенно бесполезными—они положили начало поискам *точности* в математике. Эти хитросплетения имели свою цель доказать, что видимый мир не может реально существовать; но они также могут хорошо продемонстрировать тот факт, что чистый разум может быть глупее и бессодержательнее, чем то, что могут изобрести наши чувства.

Атомы и пустота. Демокрит

Наиболее действенная отповедь этим идеалистическим тенденциям была дана Демокритом, *атомистической теории* которого было суждено иметь огромное влияние на науку последующего времени. Вместо того чтобы рассматривать вселенную как состоящую из идеальных чисел, он представлял себе ее состоящей из маленьких бесчисленных неделимых (*a-tomos*) частиц, *атомов*, движущихся в пустоте незаполненного пространства. Атомы являются непреобразуемыми, что согласуется в этом пункте с учением Парменида о неизменности; им приписывались различные геометрические формы для того, чтобы объяснить их способность соединяться и образовывать все различные предметы этого мира; *движением* атомов объяснялись все видимые изменения. Таким образом, Демокрит сумел воспринять математическое содержание учения Пифагора, в особенности настаивание на важности геометрических форм, отвергая вместе с тем его идеализм и мистику.

Введение понятия пустоты—ничто—в философию было также смелым шагом. Вселенная у более древних философов была вселенной здравого смысла; это была заполненная вселенная, нечто сплошное. Все уважаемые философы с отвращением относились к идее *вакуума*, и это их чувство отвращения приписывалось природе. Многие из великих достижений физики эпохи Возрождения, подобно динамике Галилея и более поздним научным и техническим достижениям, например газовым законам и паровой машине, возникли в процессе ниспровержения этой идеи (стр. 258 и далее).

Атомистическая теория с самого начала имела радикальный политический оттенок, потому что она была открыто материалистической и избегала обращений к предопределенным гармониям. Авторитет Платона и Аристотеля, которые поддерживали учения об идеальном или формах субстанции (стр. 120), был недостаточен для того, чтобы помешать всеобщему признанию атомистической теории. Тем не менее она продолжала свое существование в течение всей классической эпохи в виде упорствующей ереси и через посредство Эпикура и Лукреция оказывала на более поздних этапах этого периода влияние на философию и этику. Она выступала за мир, поддерживающий свое существование через

посредство естественного действия своих частей и не нуждавшийся ни в каком божественном руководстве. Атомизм Демокрита был полностью детерминистическим, но позднее Эпикур ввел определенную величину первичного различия, или отклонения для своих атомов, для того, чтобы допустить различие и свободу воли у человека²⁻³³.

Однако было бы ошибкой рассматривать древнегреческий атомизм как в существе своем научную теорию физики. Ни один его вывод не мог быть практически проверен. Тем не менее он является прямым и признанным родоначальником всех современных теорий атома. Гассенди (стр. 258), первый из современных атомистов, почерпнул свои идеи непосредственно из учений Демокрита и Эпикура. Ньютон (стр. 257) в свою очередь был горячим сторонником атомистической теории, и именно вдохновляющее влияние его деятельности привело в конечном счете Джона Дальтона (стр. 349) к обоснованию атомистической теории химии. Атомы в химии не оказались в противоположность своему названию неделимыми, но и более глубокие толкования ядерной физики до сих пор основываются на тех же самых атомистических традициях.

Век Перикла

Город Афины к концу греко-персидских войн (479 год до н. э.) стал играть в греческом мире ведущую роль в экономическом и культурном отношении. Он заслужил это своим мужеством и упорством в отпоре захватчику. Своими успехами он обязан в действительности главным образом тому применению, которое он нашел деньгам, добытым из серебряных рудников Лавриона. По совету Фемистокла их истратили на постройку флота, который, будучи укомплектован бедными гражданами, не только обеспечил городу победу, но также и власть простых людей в его правительстве. Торговое превосходство Афин еще больше увеличило их богатство и привлекло в город не только художников и скульпторов, но и историков и философов. В течение следующего столетия, даже после разорительной войны со Спартой, Афины являлись интеллектуальным центром греческого мира; и наследие ионийской науки, в особенности математические и астрономические традиции пифагорейского учения, получило здесь новый стимул для развития.

Период этот имеет огромное значение для развития мировой науки, так как он явился связующим звеном между поэтическими умозрениями ионийцев и точными вычислениями александрийского периода. И в самом деле, последний из ионийских философов, Анаксагор из Клазомен, поселился в Афинах, был другом Перикла и, по преданию, изгонялся за свой рационализм в 432 году до н. э.

Именно в этот период были поставлены основные проблемы как общественной, так и естественной наук, хотя многочисленные решения этих проблем предлагались и в последующие столетия. С этого времени греческая наука стала автономной и развивала свои особенности в пределах своих, большей частью неосознанных, границ. В естественных науках особое внимание оказывалось математике и астрономии как наукам, обеспечивающим проверку истинности, и в меньшей степени—медицине как средству сохранения здоровья и красоты.

Торжество геометрии

С момента открытия иррационального (стр. 105) греческие математики обратились от численных величин к изучению линий и площадей, при котором не возникали логические затруднения, вроде тех, что появлялись при изучении чисел. Результатом этого явилось развитие *геометрической* алгебры, которая, пожалуй, является главным вкладом греков в науку. Вавилонская математика и ее успех в Индии и в мусульманском мире оставались главным образом в пределах арифметики и алгебры. Главными творцами этого преобразования были Гиппократ из Хиоса (около 450 года до н. э.) и Евдокс (408—355 годы

до н. э.). Гиппократ первым в Афинах начал брать деньги за обучение и первый использовал буквы для обозначения геометрических фигур. Он занялся геометрическим решением классических проблем квадратуры круга и удвоения куба. Хотя ему не удалось ни то, ни другое, он обосновал ряд ценных теорем, использованных впоследствии Евклидом при создании своих «Элементов». Эти проблемы вместе с проблемой трисекции угла, которые нельзя решить при помощи линейки и циркуля, привели других геометров, вроде Гиппия из Элисса, к построению более изогнутых дуг, к появлению нового раздела геометрии. Евдокс был, повидимому, величайшим греческим математиком. Именно он создал теорию пропорций, применимую ко всем величинам, и открыл метод «исчерпания» или последовательного приближения для измерения линий и площадей, который был распространен впоследствии Архимедом и стал основой исчисления бесконечно малых величин.

Сферическая астрономия

В этот же период получила логическое развитие и картина мира, созданная Пифагором. И здесь творцом теории был тот же самый Евдокс, являвшийся столь великим астрономом, как и математиком. Он смог объяснить движение Солнца, Луны и планет при помощи ряда концентрических сфер, причем каждое из этих тел вращалось вокруг оси, закрепленной в сфере, находящейся вне ее. Модель эта была грубой и механической, но в то же время она могла служить, будучи составленной из действующих металлических сфер, в качестве метода наблюдения, гораздо более гибкого, чем стрелка или циферблат солнечных часов. Именно от этой модели происходят все астрономические приборы вплоть до приборов нашего времени. Теория сфер была проста, действительно слишком проста для того, чтобы объяснить даже факты, известные намного раньше вавилонянам, такие, как более короткая продолжительность осени и зимы, которые занимают отрезок времени 89 дней 19 часов и 89 дней 1 час соответственно по сравнению с весной—летом, которые соответственно длятся 92 дня 20 часов и 93 дня 14 часов. В то время эти факты казались незначительными недостатками, которые можно устранить путем добавления часового устройства, более соответствующего строению небес,—процесс, продолжавший порождать сложности до тех пор, пока все это не было ниспровергнуто Коперником и Ньютоном.

Греческая медицина. Гиппократ

Греческая медицина обусловила еще один вклад в связную научную картину мира. Именно от нее берут начало две линии—эмпирическая и философская, которые проходят через всю медицину последующего периода. Греческая медицина, подобно греческой математике, является непосредственным продолжением медицины древних цивилизаций (стр. 153 и далее). Греческие врачи, возможно, принадлежали к Асклепиадам или к роду Асклепия (полубога, покровительствовавшего медицине), к одному из профессиональных родов или цехов. И в самом деле, мы обнаруживаем в Гиппократовой присяге^{2·46·332} хорошо сохранившийся пережиток церемонии вступления в род, сопровождавшейся взятием на себя определенных обязательств по отношению к членам рода и их семьям, причем который все еще имеет место и по сей день. Мы находим среди них, например, следующее:

«Я поделюсь этим с помощью наставления, рассказа и всеми другими видами обучения не только с моими собственными сыновьями, но также и с сыновьями того, кто обучил меня, и с другими учениками, давшими обет и клятву в соответствии с законом врачей, но ни с кем другим»^{1·40·213}.

В Греции, как и в древних цивилизациях, врач являлся своего рода аристократом, имевшим дело главным образом с богатыми покровителями. Лечение простых людей оставалось делом старух и шарлатанов, пользовавшихся традиционными и магическими лекарствами.

Первая из тенденций в греческой медицине ассоциируется с почти легендарным лекарем—Гиппократом из Коса. Так называемый Гиппократов корпус представляет собой значительное количество медицинских трактатов, написанных, вероятно, в период между 450 и 350 годами до н. э., причем, несомненно, на клинических данных. Медицина рассматривается как искусство—*technè*—лечения пациентов. Наиболее известное высказывание Гиппократа было связано с необходимостью предостеречь врачей, чтобы они не позволяли есть пациентам, страдающим лихорадкой:

«Жизнь коротка, искусство существует долго; возможность исчезает, эксперимент—опасен, а суждение—сложно. Все же мы должны быть готовы не только выполнить свой долг сами; в этом деле должны совместно действовать пациент, тот, кто за ним ухаживает, и внешние обстоятельства»^{1·40·229}.

О каждом случае судят по его достоинствам, но мнение складывается на основе наблюдения сходных случаев. В этом кодексе Гиппократ следует традиции египетских врачей (стр. 77). Магические или религиозные причины или средства лечения болезни им не упоминаются, и Гиппократ идет дальше, явно отрицая подобные причины. Так, во фрагменте о «священной» болезни, эпилепсии, мы находим следующее:

«Мне кажется, что болезнь, которую называют священной, имеет не более божественное происхождение, чем всякая другая. Она, подобно другим болезням, имеет естественную причину. Люди считают ее божественного происхождения потому, что они ее не понимают... В природе все вещи похожи в том отношении, что могут быть прослежены их предшествующие причины»^{1·34·4}.

Косская школа в равной степени нетерпимо относится к использованию философии в медицине. В «Древней медицине» (автором которой является, возможно, софист Протагор) мы находим:

«Все, кто пытается рассматривать искусство врачевания на основе постулата—тепла, холода, влажности, сухости и всего другого ими придуманного,—сводя, таким образом, причины болезней и смерти людей к одному или двум подобным постулатам, не только явно ошибаются, но и заслуживают особого порицания, так как они ошибаются в том, что представляет собой искусство или технику (*technè*) и, кроме того, нечто, к чему прибегают все люди в критические моменты своей жизни, окружая при этом большими почестями врачей-практиков и мастеров этого искусства, если они хороши»^{2·17·63}.

Несмотря на это обвинение, использование философских постулатов в медицине имело тенденцию увеличиваться и даже проникло в сочинение Гиппократа.

Это имело место в какой-то степени с самого начала анатомических и физиологических исследований. Последователь Пифагора Алкмеон, например, узнал путем вскрытия кое-что о функции нервов и осмеливался утверждать, что мозг, а не сердце является органом ощущения и движения. Этот факт, который должен был быть практически известен первобытным охотникам, все еще упорно отрицался врачами 2000 лет спустя. Доктрины, носившие более мистический характер, находили несравнимо более благоприятный прием. Другой пифагореец, Филолай, сформулировал учение о трех духах, или душах, человека: о растительном духе, имеющемся также у всех вещей, которые обладали способностью роста, который расположен в пупке; о животном духе, имеющемся также только у животных, который дает ощущение и движение и расположен в сердце, и о рациональном духе, имеющемся только у человека и помещенном в мозг. Этим душам было суждено столетиями довлеть над физиологией и анатомией и мешать людям использовать показания своих чувств до тех пор, пока Гарвей не положил всему этому конец (стр. 35 и далее).

Учение об элементах природы

Наиболее живучим и нанесшим наибольший ущерб практике и теории медицины было, однако, учение о четырех элементах (стихиях), которое впер-

вые было четко выдвинуто Эмпедоклом (стр. 103). Он был врачом, равно как и философом, и он, естественно, распространил свои космологические идеи и на свою медицинскую теорию. Он полагал, что те же самые четыре элемента, или «корни» вещей, которые образуют вселенную, должны быть обнаружены в человеке и всех живых существах. Для него, а в этом он, вероятно, следовал более древним и мифическим образцам, человек является микрокосмосом— маленьким мирком, воспроизводящим в себе макрокосм, большой мир. Четырем элементам вселенной—огню, воздуху, воде и земле—соответствовали четыре элемента тела—кровь, желчь, слизь и черная желчь. Они также представляли четыре священных цвета алхимии—красный, желтый, белый и черный. В зависимости от того, который из них преобладает, человек является сангвиником, холериком, флегматиком или меланхоликом. Это привело к созданию целой системы, очевидно, рациональной медицины, которая веками возвышалась над практическим искусством медицины ранней школы Гиппократов (стр. 164, 173, 315). По этой теории лечение имело своей целью восстановление соответствующего равновесия элементов путем установления контроля над двумя противоположными парами качеств—горячим и холодным, влажным и сухим, которые определяли эти элементы. Огонь был горячим и сухим, воздух—горячим и влажным, вода—холодной и влажной, земля—холодной и сухой. Если у человека была лихорадка, ему необходимо было больше холода, если у него был озноб, то он нуждался в большем тепле.

Легко понять теперь, что эти теории не имели практически никакого отношения к фактам физиологии и что основывавшаяся на них медицинская практика редко давала, если вообще когда-либо могла дать, хороший результат. К несчастью, несмотря на свои тщательные клинические исследования, Косская школа также не могла предписывать эффективное лечение. Ее представители ставили превосходные диагнозы и полагались на то, что пациент, если только он не будет подвергнут насильственному или неподходящему лечению, поправится благодаря целительной силе природы. В соответствии с этим представители данной профессии предпочитали, естественно, учение, которое бы им предоставляло большую роль в лечении и ставило их искусство на уровень философии, достаточный для того, чтобы ей следовали самые лучшие люди.

4.6. УСПЕХИ АФИН

Социальная философия Афин

Во второй, и главный, период развития древнегреческой мысли интересы философии, все еще включавшей в себя науку, переместились из области материальной в область идеальную. В этом нашли свое отражение этапы последовавшего за драматическим кульминационным пунктом развития города-государства Афинской империи в V и IV веках до н. э.²⁻⁴⁵. События эти сохраняют громадное значение для науки и политики нашего времени, так как они показали действие новых сил в обществе и были так ярко и прекрасно изложены для будущих поколений в работах историков вроде Фукидида. Этот этап начался с появления, впервые в истории человечества, сознательно учрежденной гражданской демократии. Эта демократия сохраняла силу достаточно долго для того, чтобы показать некоторые из своих колоссальных творческих возможностей, о которых до сих пор свидетельствуют парфенонские и афинские трагедии. Демократия эта в конце концов пала, так как она была основана на рабстве и эксплуатации чужеземных территорий. Она была не в состоянии противостоять нападкам аристократической реакции, воплощением которой было находившееся на гораздо более примитивном уровне развития государство Спарты, в изобилии получавшее персидское золото.

Падение афинской демократии представляет собой поворотный пункт в истории классической цивилизации. Никогда уже ей не было суждено так

близко подойти к контролю народа над социальной жизнью и к ниспровержению правления богатых. С этого времени греческий город-государство, несмотря на все свои успехи в материальной области и даже на свои интеллектуальные достижения, был обречен на окончательное уничтожение. Демократия была близка к тому, чтобы предложить реальный выход из противоречий экономики города железного века; без демократии единственным другим путем было увеличение количества рабов внутри страны и военные авантюры на других территориях. В течение пяти последовавших столетий это привело к распространению греческой цивилизации в большей части мира, но ее внутреннее развитие уже прекратилось.

Философы реакции

Великая троица греческих философов—Сократ, Платон и Аристотель—тесно связана с Афинами, но с Афинами эпохи упадка. Хотя своими огромными возможностями и силой влияния на мышление они обязаны величию первого свободного города, использовали они это в интересах контрреволюции. Сократ, по крайней мере такой, каким его изобразил Платон, сам Платон и Аристотель показывали свое презрение к демократии, которое лишь частично маскировало их глубокую боязнь ее. Маркс был очень уж добр к философам или, возможно, он думал о своем прежнем любимце Эпикуре, когда сказал: «Философы лишь различным образом *объясняли* мир, но дело заключается в том, чтобы *изменить* его». Задача же, которой совершенно сознательно занялся Платон, заключалась в том, чтобы *помешать миру измениться*, по крайней мере в направлении к демократии.

Сократ и логика

Эта идеалистическая реакция в греческой мысли выразилась в новых технических приемах *логики*, или оперирования словами (= *logoi*). Политическая жизнь Афин в эпоху демократии придала искусству спора и ораторскому мастерству еще большее значение, чем они имели в большинстве греческих городов (стр. 98); эти приемы являлись признанным путем к славе и богатству. Это возбудило повышенный интерес к словам и их значениям. Господство над народом с помощью слов стало приносить большие плоды, чем господство над вещами с помощью работы. Целый новый класс профессиональных мудрецов—софистов—появился для того, чтобы обучать этому пути к успеху тех, кто был согласен платить. Наиболее знаменитый из них, Протагор, памятен своим высказыванием: «Человек—мера всех вещей», выражающим примат общего согласия людей над любым абсолютным знанием. Противником его был сам Сократ, развивший метод аргументации, при котором, задавая целый ряд вопросов с целью выявления знаний своего противника, он мог в очень короткий срок дать понять слушателям, что противник его не знает того, о чем говорит. Для Сократа главной целью человека являлись индивидуальные положительные качества или добродетель, которая сама собой должна быть результатом познания. И греческое слово для понятия добродетели, *arete*, и латинское *virtus* первоначально относились к понятию воинственного мужества. Арес был богом войны. Понадобилось много времени для того, чтобы значение это смягчилось, образовав понятие идеала гражданственности, и еще больше времени для перехода к понятию христианской кротости. Согласно Сократу, знание, которое вело к добродетели, не было физическим знанием или, действительно, чем-нибудь, что можно было изучить; оно было скорее отрицанием всякого *мнения* и упованием на внутреннюю *интуицию*. В этом он напоминал своего современника, китайского илофософа Лао-цзы, который также скептически относился к общему согласию и также твердо придерживался понятия внутренней естественной истины.

Сократ имел своего собственного «доброе гения», вдохновлявшего его в критические моменты. Трудно сказать, каковы были его собственные взгляды,

так как он ничего не писал и почти все, что мы знаем о нем, исходит от Платона. Сократ был изумительным оратором и великой личностью, имел огромное влияние на Афины своего времени, создавал себе как преданных друзей, так и злейших врагов.

Хотя сам Сократ вышел из народа, он не был сторонником демократии и находился, по крайней мере в последние годы своей жизни, главным образом среди богатых, а также среди молодых аристократов. Некоторые из них, подобно Алкивиаду, во время войны со Спартой выступали против своего города, в то время как другие, вроде Крития и Хармидеса, вошли в реакционное правительство тридцати тиранов, созданное после поражения. Они были свергнуты народным восстанием в 403 году н. э. и заменены демократическим строем, который, однако, дал обязательство спартамцам не предпринимать политических репрессий. Именно при этом правительстве Сократ был обвинен в непочтении к богам и соращении юношества, но подлинные причины суда над ним были политическими. Его враги хотели, очевидно, лишь сослать его, но хладнокровная и вызывающая защита привела Сократа к тому, что они приговорили его к смерти и превратили его в первого и наиболее известного мученика за философию. Обстоятельства жизни и смерти Сократа, более даже, чем его собственная личность, характеризуют расхождение путей в греческой мысли. С этого времени философия разделилась на моральное, или этическое, и естественное, или физическое, направления, и на протяжении 2000 лет первое из них имело больший престиж.

Платон

Платон, будучи богатым молодым афинским аристократом, попал под влияние Сократа в то время, когда ввиду восстановления демократии его политические стремления, казалось, были навсегда пресечены²⁻⁵. Он решил посвятить свою жизнь философии с тем, чтобы указать людям дорогу к лучшей жизни путем выработки принципов совершенного государства. Это привело его на путь идеализма в философии, и действительно он навсегда стал величайшим его представителем. Ибо, хотя Платон, конечно, не был первым идеалистом, он смог изложить свои взгляды в форме диалогов с такой красотой и убедительностью, которая никогда не была превзойдена в философских сочинениях. На самом деле красота изложения мешала последовавшим поколениям людей увидеть уродливость выраженных в них идей. Главной политической целью Платона, нашедшей свое отражение прежде всего в «Государстве» и в «Законах», является разработка такого государственного устройства, при котором все старые привилегии аристократии—лучших людей—были бы сохранены навсегда и которое вместе с тем могло быть приемлемо для низших слоев. За вдохновением он обратился к Спарте, где совместная казарменная жизнь граждан предохраняла их, как полагали, от подкупа и политических интриг и помогала держать илоты²⁻⁴⁸ в повиновении, хотя она явно не смогла обеспечить первого и в конце концов также и второго. Платон делил граждан своего государства на четыре разряда: правителей, философов, которые управляют, воинов, которые защищают, и людей, которые исполняют всю работу. У правителей все должно было быть общим, они не могли иметь семей. Простому народу разрешалось иметь эту роскошь, но власть ему совершенно не давалась. Это деление на классы должно было быть вечным и оправдываться мифом или «благородной ложью» о том, что бог сотворил людей четырех видов—золотого, серебряного, медного и железного.

Это и есть четыре цвета—желтый, белый, красный и черный,—которые уже появлялись в элементах тела (стр. 111) и которые являются также варнами первоначальных каст Индии: брахманов (мудрые), кшатрия (воины), вайшья (земледельцы) и шудра (неприкасаемые). Корнфорд, однако, утверждает, что Платон не мыслил классовыми понятиями и что каждый класс подбирался таким образом, чтобы наиболее подходить для исполнения своих обязанностей.

Однако отрывок, который он цитирует, вряд ли подтверждает это. В аллегории Платона говорится: если правители найдут, что металл их ребенка находится в сплаве с железом или медью, «они должны без малейшей жалости определить ему положение, соответствующее его природе, и отослать его в среду ремесленников и земледельцев. И если, напротив, в этих классах родится ребенок, состоящий из золота и серебра, они возвысят его в соответствии с его ценностью, чтобы он был правителем»^{2.12.133}.

Это ясно показывает, что обычно классы были наследственными, но что Платон, подобно современным английским правящим классам, достаточно хорошо понимал, что позволение ограниченному числу талантливых выходцев из низших слоев проникнуть в высшие классы является надежнейшим способом увековечить господство этих классов.

Посредством этой строгой классовой системы Платон надеялся найти совершенную и, самое главное, устойчивую форму правления. Правители несли бы какую-либо ответственность не перед своими семьями, а лишь перед государством, а также не имели бы никаких материальных забот или стремлений. Их должны были бы также обучать философии, математике и музыке, которые, как он полагал, помогут воспитанию в них высшей благожелательности. Таким путем он надеялся присовокупить к спартанскому устройству общества некоторую долю памятной славы Афин эпохи Перикла, где в течение нескольких лет новая демократия вверяла управление городом культурной группе состоятельных граждан. Платон надеялся, что его политические взгляды будут приняты, если найдется правитель, являющийся одновременно философом или способным стать таковым в результате обучения. Последний раз он попытался найти такого правителя в лице Дионисия Младшего, тирана Сиракуз, но ни этот правитель, ни его двор не смогли одолеть требований, необходимых при обучении математике. Последующие поколения по-разному судили о государстве Платона. В средние века по сравнению с произвольным и никчемным правлением безграмотных королей и вельмож оно казалось прогрессивным идеалом, особенно ввиду того, что его теория была изложена такой прекрасной и убедительной прозой. В наше время, однако, мы видим в ней наиболее отталкивающее предопределение поддержки классового господства капиталистов^{2.40}, отголосок которого мы находим в фальшивом «корпоративном государстве» фашистов.

Для подкрепления своей главной мысли в отношении идеального города и в то же время для оправдания существования его правителей-философов Платон использовал взгляды Пифагора и Парменида (стр. 106), превозносивших познание абсолютных истин, которые являются неизменными, логическими и математическими. Подчеркивание споров о словах и их подлинных значениях должно было придать словам реальность, независимую от вещей и действий, к которым они относились. Так как существует слово, обозначающее красоту, то и сама красота должна быть реальной. Действительно, слово «красота» должно быть даже более реально, чем любая прекрасная вещь. И это потому, что ни одна красивая вещь не обладает совершенной красотой, и отсюда суждение о том, красива она или нет, является делом мнения, так как слово «красота» не содержит ничего, кроме самого себя, и должно существовать независимо от чего-либо в этом изменчивом и несовершенном материальном мире. Те же самые логические положения относятся и к конкретным вещам: камень вообще должен быть более реальным, чем какой-нибудь отдельно взятый камень.

Идеализм Платона

Так появился фантастический мир *идей*—образов совершенства, по отношению к которому материальный мир является всего лишь его колеблющейся тенью на стенах пещеры, в которой мы заключены в этой жизни^{2.38}.

Больше того, Платон действительно не заботился о том, чтобы дать объяснение этим видениям; единственно важным ему казалось обоснование того, что определенные абстрактные понятия имеют абсолютный и вечный характер, независимый от чувств восприятия и постигаемый лишь оком души. В триаду абсолютных ценностей входили истина, добродетель и красота. Первой он обязан Пармениду, второй—Сократу, а третья была его собственным особым вкладом, заимствованным, впрочем, из эстетической концепции искусства для искусства богатых Афин времен его молодости. Эти абсолютные ценности существуют и в наши дни. Утверждение о том, что они являются высшими по отношению к чувствам и выше любых знаний, полученных через посредство чувств, используется ныне, как и тогда, для того, чтобы ограничить научное исследование и поддержать интуитивистские мистические и реакционные взгляды.

Тем не менее сам Платон приводил доводы в пользу этих ценностей на основе тех научных знаний, которые были известны в его время. Он фактически вывел их главным образом из математики и астрономии или скорее—астрологии. Слово «астрология», или рассуждение (logos) о звездах, было введено самим Платоном для замены старого термина—«астрономия», то есть просто упорядочивания (potos) звезд. Позднее астрология приобрела столь плохую репутацию, что вернулись к старому названию. Платон воспринял и развил мистические взгляды Пифагора о космическом значении числа и геометрических фигур и нашел в них примеры абсолютной истины, независимой от чувств. Платон, повидимому, не внес сам сколько-нибудь значительного вклада в математику, но его влияние придало ей авторитет, который привлек к ней впоследствии много светлых умов. Будучи, однако, намеренно абстрактным и созерцательным, это влияние увело математику от ее истоков—практического опыта и применения на практике—и таким образом явилось препятствием развитию алгебры и динамики.

Астрология

Платон соединил математику с астрономией, но это была своеобразная астрономия, в которой звезды представлялись скорее такими, какими они должны быть, чем такими, какими они были. Старый, широко распространенный в то время взгляд состоял в том, что небесные тела, и в частности Солнце, Луна и планеты, были божественными существами. Именно поэтому люди консервативного склада с отвращением, как к богохульству, относились к утверждениям ионийских философов о том, что тела эти представляют собой огненные шары, странствующие (planein) по небу. Платон спас положение, но страшно дорогой для науки ценою: он прибегнул к сочетанию математики с теологией, утверждая, несмотря на уже имевшиеся данные^{2.17a.77}, что планеты обнаруживают свой божественный характер в неизменной регулярности своего совершенного и кругового движения, образующего между ними неслышимую гармонию небесных сфер. Так всякие изменения были изгнаны с небес, а Платон хотел бы изгнать их из человеческих дел, и высшей обязанностью человека было созерцать вечность и находить в ней доказательство своего собственного бессмертия. Философия Платона взяла назад вызов, который наука бросила вере. Своими утверждениями о небесном совершенстве он ухудшил уже высказанные пифагорейцами идеи о том, что движется именно сама Земля. Его влияние вместе с влиянием его великого соперника и преемника Аристотеля было, следовательно, достаточно сильным, чтобы в течение 2000 лет служить помехой человеческому познанию действительного движения в небесном пространстве, а заодно и всякой возможности развития настоящей физики.

Академия

Когда надежды Платона найти правителя-философа рухнули, он вернулся в Афины, причем по пути его захватили в плен и чуть не продали в рабство.

Там в течение сорока лет (387—347 годы до н. э.) он излагал свое учение в саду, названном по имени героя Академоса, ряду самых избранных учеников. Над воротами была надпись: «Пусть сюда не войдет никто, не знакомый с математикой». Преподавание в Академии не прекратилось и после смерти Платона. И хотя при этом идеи Платона не были развиты в сколько-нибудь значительной степени, они были все же сохранены, и, используя авторитет Платона и Афин, Академия просуществовала почти 1000 лет, пока Юстиниан не закрыл ее в 525 году н. э. Она представляла собой расширение и рационализацию мистического сообщества Пифагора. Устраивались дискуссии между посвященными, производилось обучение кандидатов. Ее величайшее значение состоит в том, что она является родоначальником всех университетов и научных обществ нашего времени. Сам Платон определил характер и общую атмосферу этого учреждения. Оно было, несомненно, академично в современном смысле этого слова. Чистое знание, почти исключительно математика, астрономия и музыка, изучалось скорее чтением текстов, чем путем изучения природы, которая была полна обманчивости, беспорядочности. Предпочтение, которое Платон отдавал математике, обеспечило наличие, по крайней мере, одной действительно научной дисциплины в обучении, которое иначе могло бы быть чисто литературным. Конфуций, чье влияние на китайское образование было почти столь длительным, как влияние Платона на Западе, совершенно не занимался математикой. Этому, возможно, в значительной мере способствовала сравнительная отсталость китайской науки. По идее, в Афинской академии понятия истинного, благого и прекрасного изучались как самоцель. На деле же более поздние греки, а затем и римляне считали, что такое обучение является прекрасной подготовкой для блестящей карьеры молодых людей из хороших семей.

Платонизм

Влияние Платона, однако, распространялось далеко за пределами Академии. Неуклонно деградируя вследствие сохранения элементов мистики и пренебрежения элементами логики и математики, платонизм пронизывал все ортодоксальное мышление в позднеклассическую эпоху. Он смешался с ранним христианством и, в сущности, составил главную интеллектуальную поддержку для его теологии. После закрытия Академии произведения Платона в оригиналах были целиком забыты, за исключением наиболее абсурдного из них—«Тимея», содержащего его мистический взгляд на образование мира. Учение его было передано главным образом через неоплатонизм еще большего мистика Плотина (стр. 135). Арабы обнаружили некоторые из других работ Платона и перевели их, но только в эпоху Возрождения работы Платона были вновь изучены в оригинале и оказали влияние, по крайней мере, столь же большое, как и в то время, когда они были написаны. Главным образом благодаря Платону взгляды представителей раннего гуманизма не были научными. В XVI и XVII веках, однако, свойственное Платону увлечение математикой сыграло важную роль в формировании мышления Кеплера, Галилея (стр. 234 и далее) и, через кембриджских платоников, также и Ньютона (стр. 265).

Аристотель

Аристотель, который первоначально был учеником Платона, после смерти своего учителя порвал с Академией и в 347 году до н. э. основал соперничающую с ней философскую школу—Ликей. Он родился в Стагире во Фракии, но принадлежал к греческой корпорации асклепиадов, или медиков (стр. 109). Аристотель по многим причинам занял центральное место в истории науки. Живя в кульминационный период развития политической жизни Греции, в одной ее фазе и в начале другой, он смог собрать все знания свободных греческих городов и передать их потомкам, чтобы их потом использовали в тех

империях, которые одержали над ними верх. В течение всей своей жизни Аристотель пользовался особым расположением городов и королей и полностью использовал имевшиеся в его распоряжении возможности. Его научные труды были обширнее и охватывали больший период, чем труды какого-либо другого человека до и после него. Далее, большинство его работ дошло до потомства, так как они передавались и расширялись за счет многотомных комментариев, составленных в Ликее, который вначале был в такой же степени активен в своих исследованиях, в какой была Академия в размышлениях.

Аристотель был скорее логиком и ученым, нежели философом-моралистом. Он нуждался в великодушном преобразующем усердии Сократа и Платона. Так как он принадлежал к более позднему поколению, Аристотель понял, что социальные идеи Платона устарели. Правитель-философ Платона Дионисий Младший из Сиракуз не мог, да и не хотел сохранить форму независимой аристократической республики, о которой мечтал Платон. Аристотель также имел своего правителя-философа, и не кого-либо, а юного Александра, наставником которого он был с 343 по 340 год до н. э., но тот больше мечтал о создании великой военной империи в Македонии, чем об управлении греческим городом-государством.

Аристотель ратовал за то, чтобы сделать все лучше, чем оно есть. Он был на голову выше всех философов здравого смысла, если не сказать—философов общих мест. Он не видел необходимости производить перемены в государстве. Необходимо лишь добиться того, чтобы народ следовал умеренному курсу, и все может прекрасно сохраниться таким, каково оно есть в настоящее время. Это была знаменитая доктрина *середины* не слишком большого и не слишком малого, являющаяся основой его *этики*.

Классификация и формальная логика

Аристотель много внес в *логику*, *физику*, *биологию* и *гуманитарные науки* и он поистине основал все эти предметы в качестве формальных дисциплин и даже дополнил *метафизикой*, чего не доставало в них. Его величайшим и в то же время чреватым наиболее опасными последствиями вкладом в науку была идея *классификации*, которая проходит через все его работы и является основой для *логики*. Аристотель ввел или, по меньшей мере, кодифицировал способ классификации предметов, основанный на сходстве и различии, которым мы еще до сих пор пользуемся. Он задавал следующие вопросы: «На что похож этот предмет? *Genus*; Что его делает отличным от схожих с ним предметов? *Differentia*». Его словесный выкрутас—*силлогизм* (все люди смертны; Сократ—человек, следовательно, Сократ смертен)—еще по сей день изучается, как современная логика, как будто мы всегда можем знать общее прежде, чем познать частное.

Аристотель был первым великим энциклопедистом. Он пытался дать те или иные оценки каждому аспекту природы и жизни человека, исходя из интересов своего времени. Больше того, ему удалось то, что не удавалось многим энциклопедистам после него,—делать это упорядоченно. Он унаследовал объяснение устройства природы у более ранних мыслителей. Аристотель воспринял и в значительной степени канонизировал систему четырех связанных между собой элементов—*огня*, *воздуха*, *воды* и *земли*—для земной сферы и даже добавил пятый, квинтэссенцию—*эфир*, для высших областей.

Земля, вода и воздух населены живыми предметами, каждый из которых находится на своем месте и обладает присущей ему формой. Хотя каждый индивид подвержен рождению и смерти, зарождению и отмиранию, форма остается неизменной (стр. 483). Аристотель решительно порвал с ионийской школой, отказавшись признать ее концепцию образования мира. Мир всегда был таким, каков он сейчас, так как имеются основания для того, чтобы ему быть таковым. Нет никакой необходимости в каком-либо сотворении. В этом до некоторой степени заключалась трудность, когда учение Аристотеля было.

взято в качестве философской основы идеологии католической церкви, но это было легко преодолено путем введения внезапного сотворения в начале и внезапного разрушения в конце и оставляя все в середине неизменным.

Физика Аристотеля

Согласно взглядам Аристотеля, ключом к пониманию мира является физика. Но под физикой он понимал не то, что мы понимаем в наше время, — законы движения неодушевленной материи, а совершенно обратное. *Физика*, или природа, любого существа заключалась в том, во что оно имеет тенденцию развиваться, и в том, как оно ведет себя в нормальных условиях. В действительности мысль Аристотеля в силу своей медицинской подоплеки и биологических интересов толковала устройство мира так, как будто все было живым. Он использовал слово «физика» в том же смысле, в каком слово «природа» употребляется в следующем гимне:

Пусть собаки наслаждаются лаем и кусанием,
такова уж *природа* их.

Предмет научного исследования заключается в отыскании такой природы всех вещей. Он должен был охватывать все, начиная от объяснения того, почему все камни падают вниз, и кончая тем, почему некоторые люди являются рабами. В любом случае ответ был одинаковым: «Такова уж природа их». Это был действительно всеобъемлющий ответ, равноценный фразе: «Они таковы потому, что такова воля бога», но он звучал более научно. Как выразился Батлер о более позднем философе Хадибрасе:

Он знал, что к чему и что такое высота,
Где мог парить метафизический ум.

В работах Аристотеля «Физика» и «На небесах» он применяет свой метод к тому, что мы называем физической вселенной, там, где это меньше всего применимо. Его объяснение было едва ли более правдоподобным, чем объяснение Платона, и было лишено как эмоциональной приподнятости, так и математического интереса. Но так как оно являлось частью великого учения Аристотеля о логическом строении вселенной, оно стало основной формой, в которой теория греков о строении вселенной была передана потомству. Ей суждено было доказать, в частности, свою бесплодность для прогресса физики. Джордано Бруно должен был быть сожжен и Галилей осужден прежде, чем доктрины, которые были взяты скорее из концепции Аристотеля, чем из Библии, были разбиты (стр. 236 и далее). Последующая история науки в большей части в действительности является историей последовательного развенчивания Аристотеля. Поистине Рамус был не далек от истины, когда он утверждал в своем знаменитом тезисе в 1536 году, что «все, чему учил Аристотель, является ложным».

Конечные причины

Аристотель строил свой физический мир в созданном в его воображении идеальном социальном мире, в котором подчинение является естественным состоянием^{2.17.135}. В этом мире каждая вещь знает свое место и большей частью придерживается его. Естественное движение имеет место лишь тогда, когда что-либо находится не на своем месте и стремится вновь занять его, что происходит при падении камня, находящегося в воздухе, а также когда вода воссоединяется со своей родной землей или когда искры летят вверх, чтобы соединиться с небесными огнями. Это относится лишь к таким предметам, которые от природы не могут сами по себе двигаться. Птица по природе своей может летать по воздуху, рыба — плавать в воде. Это действительно и есть то, *для чего предназначены* птицы и рыбы. В этом можно усматривать одну из его ведущих идей, идею конечных причин, согласно которой орга-

низмы и даже материи наделены стремлением достигать соответствующей цели. Аристотель допускал и другие причины, такие, как *материальная* и *действующая* причины, которые обеспечивают материальную основу и заставляют предметы действовать, но он считал их выводимыми из конечных причин. Эта теория была бичом для науки в силу того, что она обеспечивала легкий способ объяснения любого явления с помощью постулирования соответствующей цели для него, не стараясь выявить то, как оно действует.

Движение и пустота

Борьба против конечных причин в науке была длительной, и победа до сих пор еще ни в коей мере не является полной. Согласно Аристотелю, естественное движение конечно; всякое другое движение требует движущей силы, как, например, когда лошадь везет колесницу, рабы гребут на галере или когда неподвижная движушая сила поворачивает внутреннюю сферу небес. Однако что сказать о возникшем движении в результате применения силы, таком, как движение стрелы, выпущенной из лука? Это в течение длительного времени было трудным вопросом для греческой физики, и уже Зенон с триумфом логически доказал, что стрела может вовсе не двигаться. Аристотель нашел решение—движущей силой был воздух: «Воздух расходится перед ней и сходится за ней».

Эта ошибка привела к другой, которая должна была доказать, сколь серьезным камнем преткновения она была для более поздней физики. Если воздух необходим для насильственного движения и это движение существует в земном мире, земной мир должен был повсюду иметь воздух, и *пустота* невозможна. Силлогизм полный, но так как меньшая посылка ошибочна, вся аргументация рушится. Аристотель пользуется другим аргументом против существования пустоты, который, кажется, находится в некотором противоречии с первым^{2-7, 69}. Аристотель приводит довод: так как воздух оказывает сопротивление движению, то если воздух выкачан, тело либо будет находиться в неподвижном состоянии в силу того, что ему некуда двигаться, либо, если оно движется, оно будет продолжать двигаться всегда с одинаковой скоростью. Так как это абсурд, то никакая пустота не может существовать. Интересно заметить, что здесь он почти слово в слово формулирует первый закон движения Ньютона и использует априорный отказ этого закона доказать невозможность чего-либо в пределах нескольких миль от его головы. Но в любом случае пустота не должна существовать, допущение ее приведет прямо к атомизму и атеизму. Доктрина «природа не терпит пустоты» своими практическими истоками уходит в опыты по всасыванию жидкостей, которые привели к созданию всасывающего насоса. В конечном счете если существовал предел для всасывающей помпы, то это должно было привести Торричелли к получению пустоты (стр. 258).

Биология. Градация природы

Несоответственность и неправильная направленность физики Аристотеля частично компенсируется размахом и качеством его биологических наблюдений. Ограниченность не является виной Аристотеля, ибо тому ценному вкладу, который он внес в классификацию и анатомию животных, уделялось сравнительно мало внимания вплоть до нашего времени, когда уже было слишком поздно чем-либо помочь ему. В биологии идея о конечных причинах гораздо более правдоподобна, ибо она является выражением успешного приспособления организма к окружающей среде: «О бабушка, какие у вас большие зубы!» «Для того, чтобы лучше съесть тебя, моя дорогая!» Большой злой волк был совершенно аристотелевским и не совсем плохим экологом. Тем не менее даже в биологии идея о конечных причинах имела наиболее вредные последствия: Все что здесь требуется,—это догадка в отношении назначения того или иного органа или организма.

Руководящая идея биологии Аристотеля заключалась в том, что все в природе стремится достичь такого совершенства, какого только может, и что оно достигает этого в разной степени. Это привело Аристотеля к созданию градации природы с неорганическими веществами вначале, затем идут растения, далее—все более и более *совершенные* животные и в конце концов, на самом верху,—человек. Можно думать, что такая градация природы предполагает эволюцию, но Аристотель был уверен, что в мире ничто действительно не изменяется и что виды должны быть извечно установленными показателями совершенства или несовершенства. В действительности же он стремился скорее рассматривать животное как несовершенного человека, рыбу—как несовершенное животное, чем как-либо иначе.

Его огромный авторитет, добавленный к авторитету книги «Бытия», задерживал развитие идеи эволюции в течение более чем 2000 лет. Идея о различных степенях совершенства использовалась и другим путем: она оправдывала веру в то, что одни люди являются от природы хозяевами, другие—рабами. Если последние так противоестественны, что не могут осознать этого, то войны для порабощения их, естественно, оправдываются.

Материя и форма

Концепция о господине и рабе, о порядке и подчинении пронизывает всю мысль Аристотеля. Он выражает эту концепцию в своей обработке идей Платона, дуалистическом понимании материи и формы. Материя—грубая, недифференцированная; форма придается ей разумом (nous). Наиболее грубая материя способна принять любую форму. *Потенциально* она обладает всеми формами. Форма представляет собой цель совершенства, которого не всегда удается достичь. Например, при создании статуи материя пассивна и податлива до какого-то момента, но иногда непокорна, как в случае, когда она разбивает молоток, или же в другом случае отказывается принять форму, которую скульптор хочет придать ей. В результате такой неподатливости материи ничто в земной жизни не является *совершенным*, каждый отдельный предмет обладает *случайными* свойствами, где *материя* и *случайность* противодействуют рациональной *цели*.

Субстанция и сущность

Формы Аристотеля отличны от *идей* Платона, так как они не являются *универсальными*, а каждая относится к определенному животному или вещи. Согласно терминологии Аристотеля, формы субстанциональны. Слово «*субстанция*» означает у Аристотеля совершенно не то, что оно означает в современной науке. Он придает этому слову метафизический характер, в силу которого вещь является сама собой и ничем другим. Для того чтобы позволить некоторую меру изменений и в то же время сохранить индивидуальность, лежащую в основе каждой субстанции, существует *сущность*. Так, субстанционально человек имеет две ноги, но это не является частью его сущности, ибо он может потерять одну или обе ноги и не перестать быть человеком. Идеи сущности и *потенциальности* имеют биологический характер, выражая низшие и высшие пределы, которых может достичь индивид данного вида. В первом случае идея именно управляет существованием, во втором—проявляет свою полную силу.

Идея о потенциальности открывает путь концепции эволюции форм от несовершенных к совершенным. Совершенное, согласно Пармениду и Платону, всегда понималось как более высокое и неизменное. Живые существа осязательны и подвержены распаду; их превосходят небесные тела—ощутимые, но не подверженные распаду. Еще более высоким является *сознательная душа*—неощутимая и не подверженная распаду, самым же высшим из всех является бог, наиболее неизменный из всех субстанций и, следовательно, самый действенный, наиболее полно осознающий свою потенциальность (рис. 6).

Человек и бог

Таким образом, венцом труда Аристотеля было распространение его положений на человека как общественного животного, *зоон politikon*, и вне его—на бога. Согласно учению Филолая, человек содержит в себе три души, или духа: растительная душа, животная душа и разумная душа, или *nous*. Последняя принадлежит только человеку. *Цель* каждой души, которая является ее движущей силой, заключается в стремлении к своему собственному *совершенству*: растительной души—к *росту*, животной—к *движению* и разумной—к *размышлению*. Совершенство разумной души состоит в стремлении к чему-то еще более совершенному, которое могло быть только богом, *неподвижным жителем* всей вселенной и в то же время центром и границей аристотелевской метафизики. Желание и любовь могут лишь устремляться вверх: «Мы должны испытывать любовь к высшему, когда мы видим его», как раб—к господину, жена—к мужу и человек—к богу. Он не призывает любить низшее. Именно благодаря этому теоцентрическому заключению Аристотель так полюбился клерикальным схоластам средних веков, и оно помогало им не замечать противоречия между его философией и библейской историей сотворения мира.

Взятая в целом философская система Аристотеля является в высшей степени всеобъемлющей рационализацией опыта и отношений довольно состоятельных граждан. Только ум, сочетавший в себе чрезвычайное трудолюбие с непоколебимым чувством дома, мог выработать такую систему. Ее гениальность заключается не в отдельно взятых частях. За исключением небольшого количества личных биологических исследований, ни одна из них не была оригинальной; но то, что было позаимствовано у других, было взято у самых лучших людей. Специфическая гениальность этой системы заключается в ее всеобъемлющем характере, в ее упорядоченности и целостности, которую обрела вся система Аристотеля благодаря его логике.

Для того чтобы достичь такого всеобъемлющего характера, Аристотель сделал другое многообещающее нововведение. Вместо того чтобы проделать всю работу самому или просто обсудить ее со своими коллегами, что практиковалось в Академии, он *организовывал исследования*. В Ликее, который, по всей вероятности, субсидировался Александром, молодые люди Аристотеля собирали сведения почти обо всем—от социальных и естественно-научных форм литературы до устройства городов, от растений и животных до камней. Все, что осталось в результате этого в наше время,—это наиболее ценное и систематическое знание греческой жизни и мышления. Еще более ценной является практика таких исследований. В какой степени Академия является прообразом университета, в такой Ликей является прообразом исследовательского института.

Влияние Аристотеля

Как будет показано в следующем разделе (4.7), то, что вытекало из исследовательского метода Аристотеля, очень скоро должно было подорвать или опровергнуть большинство его умозаключений, включая основной вывод о конечных причинах. В действительности его взгляды на многие проблемы устарели еще до того, как он их выдвинул. Однако он оказывал огромное влияние на арабскую и средневековую мысль, несмотря на такие ограничения или, возможно, благодаря им. Последние достижения греческой науки были либо полностью утрачены, либо, подобно трудам Архимеда, не признавались до эпохи Возрождения. Их никто не мог понять, кроме очень хорошо подготовленных и искусственных читателей, которых нелегко было найти в эпоху раннего средневековья. Однако труды Аристотеля при всей их громоздкости не требовали (или казалось, что не требовали) для их понимания ничего, кроме здравого смысла. Аристотель, подобно Гитлеру, никогда не говорил кому-либо что-то такое, во что те не поверили бы. Не было необходимости в опытах

или приборах для проверки его наблюдений, не нужны были трудные математические вычисления для извлечения результатов из них или мистическая интуиция для понимания какого бы то ни было внутреннего смысла. Платон действительно больше обращался к воображению и обладал большей моральной страстностью; а Аристотель объяснял, что мир такой, каким все его знают, именно такой, каким они его знают. Подобно Журдэну из «Мещанина во дворянстве» Мольера, все они были философами, не осознавая этого. До тех пор, пока мир оставался тем же, Аристотель был приемлем, но, как мы увидим, мир не оставался тем же.

Три великих философа Афин времен упадка этого города знаменуют определенную задержку движения идей, начатого ионийскими философами. Поскольку общественный строй не мог дальше развиваться, отвергалась и идея о том, что природа сама по себе изменяется и развивается. Философия перестала быть прогрессивной и как часть той же самой реакции перестала быть материалистической. Ее место занял идеализм в мистической форме учений Сократа и Платона или в виде ортодоксальной схемы Аристотеля. Философия учила воспринимать жизнь такой, как она есть, и ничего не предлагала тем, кто находил ее невыносимой, кроме учения о том, что их страдания неизбежны и являются частью великого устройства природы. Подобная философия шла по пути превращения в религию, но религию в интересах лишь высших классов.

4.7. ИМПЕРИЯ АЛЕКСАНДРА

Эллинистическая наука

Приостановка развития основных философских идей, тем не менее, не означала конца практической науки; она действительно должна была подтвердить наличие огромных стимулов для развития практической науки. Несомненно, что между временем Аристотеля и временем Бэкона и Декарта не было предпринято ни одного крупного всестороннего наступления на проблемы природы и общества, ибо ни средневековые схоласты, ни арабы даже и не претендовали на это. Тем не менее большинство конкретных достижений греческой математики, астрономии, механики и физиологии появилось в следующую за Аристотелем эпоху, эпоху александрийской, или эллинистической, науки. Причина не могла быть внутренней, поскольку греки, жившие в более поздний период, были, по меньшей мере, так же умны, как и греки, жившие в более ранний период. Причину надо искать в социальной области, в условиях, которые препятствовали творчеству в общих вопросах, но способствовали разработке проблем в отдельных областях и развитию практического применения науки.

Великие политические и экономические изменения, происшедшие в эпоху падения Афин, заключались в насильственном объединении независимых, соперничавших городов-государств с новыми большими континентальными империями, которые, тем не менее, черпали свою культуру в основном из тех же источников. Насколько эти изменения назрели, показывает быстрота успехов Филиппа Македонского и Александра. Города были настолько ослаблены внутренней классовой борьбой и разрознены взаимной завистью, что не могли оказать эффективного сопротивления. Хорошо обученные и оснащенные наемные армии нового типа могли двигаться куда им хотелось. Войска древних персидских империй, состоящие большей частью из необученных крестьян во главе с наследственной знатью, даже при большом количестве не могли противостоять им.

Во всех других областях греческий тип цивилизации, который македонцы просто переняли, показывал свое превосходство над другими, более древними цивилизациями, которые они разрушили. В технике, в организационной спо-

собности, в знании, в искусстве греческий способ изготовления предметов показывал себя с хорошей стороны повсюду, где он появлялся. Греческие купцы и управляющие следовали за армиями и основывали города греческого типа, хотя часто греки составляли в них лишь меньшинство населения, такие, как первая и наиболее известная Александрия в Египте и наиболее удаленная Александрия Крайняя в Афганистане. Распространение греческого влияния не остановилось здесь; оно расходилось вширь, дальше за пределы империи Александра. На Дальнем Востоке его влияние уменьшалось благодаря удаленности, но первая индийская империя—империя буддиста Ашоки была непосредственным результатом похода Александра, а кое-что из греческого искусства, философии и науки распространилось вместе с буддизмом даже в Китае. Приблизительно в это же время там имело место аналогичное, но совершенно независимое движение. В 221 году до н. э. правитель полуварварского китайского государства с помощью армий создал насильственным путем первую китайскую империю типа империй железного века и назвал себя по имени легендарного первого императора Хван Ти. Хотя его династия не суждено было сохраниться, единство империи никогда окончательно не утрачивалось в течение длительного периода времени. За весь классический период высокоцивилизованная Ханьская империя граничила с империями Персии и Индии.

Влияние эллинизма на Западе было сильнее, ибо там существовала менее самостоятельная культура, которую должна была сменить эллинистическая культура. Латинские племена были быстро эллинизированы частично под влиянием городской культуры этрусков, которые сами были выходцами из Азии, и частично под влиянием греческих колонистов из прибрежных городов. Один город—Рим—после изгнания своих этруских королей стал более сильным, чем все остальные, и после бурной внутренней политической истории появился в виде плутократической республики, которой позднее в качестве Римской империи было суждено господствовать над всей этой областью.

Эллинистические города и македонские империи

Эллинистические города во многом отличались от греческих, по образцу которых они были созданы. Во-первых, к классовому различию, которое уже существовало в греческих городах, добавилось расовое или культурное различие между говорящими на греческом языке бюрократическими и торговыми классами и местным населением. Это местное население на юге и востоке, хотя и подавленное в политическом отношении, знало, что оно обладало своей собственной, более древней и ни в коем случае не низшей культурой, чем культура греков. Хотя это разделение со временем стиралось, все же оно продолжало существовать до самого конца классической эпохи, где старые культуры вновь утвердились в своих правах в новых религиозных формах (стр. 156). Во-вторых, эти города не были независимыми, а входили в состав изменяющихся империй Птолемеев в Египте и Антиохов—в Сирии и различных династий—в Малой Азии и Греции. Это был возврат, хотя всего лишь частичный, к положению, существовавшему в древних империях, с обожествленным царем, двором и армией, первоначально македонской, а позднее укомплектованной всякого рода местными рекрутами или наемниками. Граждане могли страдать от тирании или, что еще хуже, от слабости царей, но они мало что могли поделать с этим. Действительные решения принимались во дворце или на поле боя. Поэтому они сосредоточивали свое внимание на добывании денег и наслаждении жизнью, в то время как бедные, местное население и рабы терпеливо сносили создавшееся положение. В результате общество раскололось до невиданной еще в истории человечества степени. Граждане имели возможность развивать самую избранную и высшую культуру, но она с самого начала была обречена на бесплодность.

Философии примирения

Распространение эллинизма в действительности шло за счет его внутреннего культурного развития. В искусстве, драме, литературе, политике последние достижения греков, в частности достижения Афин, были, так сказать, заморожены. Хорошие образцы копировались в слегка преувеличенном и сентиментальном эллинистическом стиле; комментарии и критика процветали, но ничего поистине великого и нового не создавалось.

В философии не было настоящих последователей школ Демокрита, Платона или Аристотеля. Действительно, философия, которая уже отделилась от науки, со времен Александра также отделилась от политической жизни и стала почти исключительно моральной. Гражданин мог теперь заниматься самообогащением, но он уже не участвовал в управлении государством, за исключением тех случаев, когда он пользовался расположением двора. Философия теперь занимается примирением политически бесправных людей с неопределенностью жизни в экономически необеспеченном и подверженном войнам мире. *Циники* и *скептики* пожимали плечами. *Стоики* разыгрывают прекрасный спектакль о высшем безразличии, основанном на вере во внутреннюю ценность добродетели в мире, управляемом неизменной судьбой, которую определяют звезды. *Эпикурейцы* убеждали людей брать наилучшее, упражняться в добродетели как наиболее верном пути к наслаждению и не беспокоиться о богах, которые живут достаточно высоко над этим миром беспокойных атомов^{2,2}.

Философия древнего мира растворилась в мистицизме гностиков и неоплатоников, и последним эхом ее старого голоса явилось «Утешение» Бозция, появившееся в конце одной эпохи и в начале другой. Среди них имеются философы, представленные тем, что может быть более правильно названо *религией* образованных высших классов. Они поистине создали интеллектуальный язык, на котором должны были выражаться более грубые, но гораздо более жизненные религии низших классов, поскольку они приходили к власти.

Эллинистическая наука

Единственным исключением в общем духовном упадке было продолжавшееся в течение нескольких веков развитие естествознания. Действительно, в определенных направлениях, в частности в математическом, механическом и астрономическом, имела место новая вспышка творческой мысли. Она возникла главным образом за счет экономических и технических последствий завоеваний Александра. Открыв для греческой торговли мир, гораздо более широкий, чем тот, который она когда-либо знала, эти завоевания создали новый рынок, который на некоторое время смягчил хронический кризис греческих городов-государств, вызывавшийся низким уровнем потребления вследствие нищенского положения бедных и рабов. Внешний рынок для произведенных товаров был все еще классово-ограниченным, товары создавались только для богатых семей—чеканное серебро, лепные гончарные изделия, выдувное стекло, папирус, крашенные одежды, тщательно выполненные узорчатые ткани,—но он был достаточно велик для того, чтобы создавать эти товары в большом количестве. Это привело к росту занимавшихся производством городов, нанимавших большей частью оплачиваемых рабочих, которых удерживала в подчинении конкуренция рабов. В то же время наличие большой территории, находящейся под властью одного правительства, благоприятствовало известной морской торговле необходимыми товарами, в частности зерном, для обеспечения им населения, не занимавшегося земледелием. Это, в свою очередь, привело к техническим усовершенствованиям не только в производстве, но также и в земледелии, где рабы использовались в широких масштабах. Такие усовершенствования были делом правителей, а следовательно, их технических советников. Другая и даже более острая нужда в новой технике заключалась в почти постоянном состоянии войны между империями,

для ведения которой всегда требовались все более сложные машины. Македонские правители эллинистических государств были в отличие от римлян, которым суждено было их вытеснить, воспитаны в духе признания авторитета греческого знания; они не только допускали, но и поощряли его развитие во всех областях. Именно греческая наука, а не литература или философия пользовалась их особым расположением.

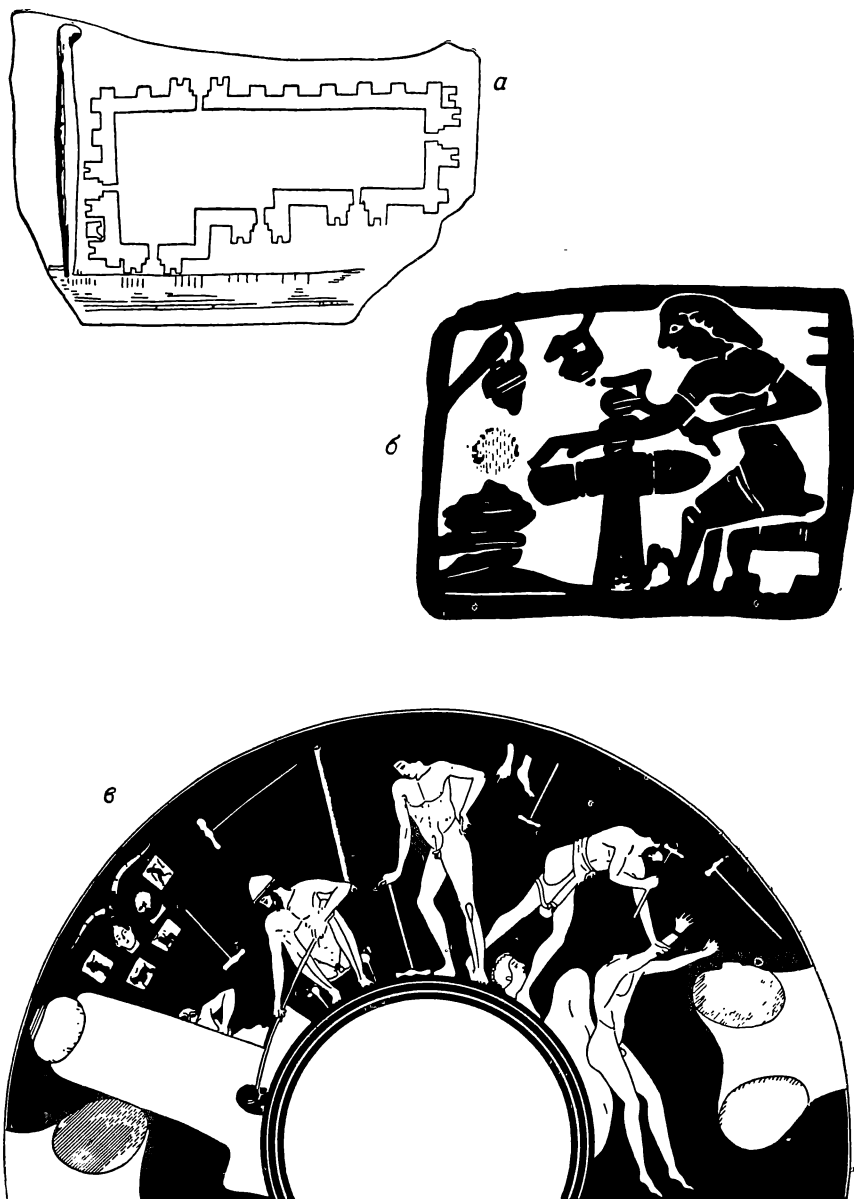
Александрийский музей (мусейон)

Действительно, огромный вклад греческой науки в науку более поздних времен большей частью опирался на труды раннего эллинистического, или александрийского, периода (330—220 годы до н. э.) и в основном был сделан в самой Александрии—наиболее важном греческом городе новой империи преемников Александра—Птолемеев. Греческая наука начала непосредственно соприкасаться с проблемами, а также техникой и наукой древних азиатских культур,—не только египетской и месопотамской, но также и индийской. И тогда впервые в истории человечества были предприняты преднамеренные и сознательные попытки организации и субсидирования науки. Александрийский музей был первым государственным исследовательским институтом, и хотя его художественная, литературная и даже философская продукция была незначительной (если не считать сохранение в нем древних текстов), он внес бóльший вклад в науку, чем какой-либо другой отдельный научный институт до и, возможно, после него. Научная работа Музея, если ее рассматривать в связи с работой его бывших членов и корреспондентов, разбросанных по всей остальной части классического мира, таких, как Архимед, была гораздо более специализирована, чем какая-либо другая научная работа до и после него в течение последующих двух тысяч лет. Такая специализация с известным преувеличением отражала изолированность греческих граждан. Научный мир теперь был достаточно велик, чтобы создать небольшую группу стоящих и понимающих *élite* для работы в области астрономии и математики, которые до такой степени специализировались, что даже среднеобразованный гражданин не мог читать их труды, а более низшие сословия смотрели на них с трепетом, смешанным с подозрением. Это давало возможность ученым решаться на приведение сложных и более совершенных аргументов и путем взаимной критики получать значительные и быстрые достижения. В то же время эти достижения были очень ненадежными. Все научные усилия зависели от покровительства просвещенного государства. Когда это покровительство прекращалось, здание науки большей частью рушилось и из-за отсутствия питающих ее корней за пределами больших городов в основном забывалось, хотя оно и оставило несколько жизненно важных произведений, вновь засиявших в эпоху Возрождения.

Работы в ранний период александрийской науки в основном велись по пути, указанному Аристотелем и его школой. Музей можно было действительно считать египетским филиалом Ликея, который в силу лучшего обеспечения в течение нескольких лет затмил славу своего основателя. Стратон (приблизительно в 270 году до н. э.) был самым сведущим эллинистическим ученым, преподававшим как в Александрии, так и в Афинах и явившимся последним из выдающихся руководителей Ликея.

Размах исследований в обоих институтах, однако, не охватывал всей широкой программы Аристотеля. Его биологические и социологические взгляды не получили дальнейшего развития, исключая его непосредственного последователя Теофраста, сделавшего столько же для ботаники, сколько Аристотель для зоологии, и заложившего основы описательной минералогии, которые при всей их приблизительности не были существенно усовершенствованы в течение двух тысяч лет. И только физика в ее ответвлениях—*астрономии, оптике и механике*—изучалась особенно интенсивно. Вместо занятия *логикой*, что делал Аристотель, наблюдалось быстрое развитие *мате-*

матики по линии Платона. Математика в основном имела дело с красотой, присущей идеальным формам, и с необходимостью налагать их на наблюдаемый нами мир. Тем не менее она могла использоваться и использовалась



Р и с. 4. Техника ранней цивилизации.

a—план города с профилем стен на статуе Гудеа из Лагаша (ок. 2250 года до н. э.); изображены циркуль и линейка с различными делениями; *б*—древнегреческий гончар за работой на медленно вращающемся круге; *в*—греческие литейщики, занятые отливкой изделий из бронзы.

в более низком плане для обеспечения более точных астрономических описаний и сведения механики, пневматики и гидростатики к точным наукам.

При наличии идеальных условий для работы усовершенствованных инструментов и размаха опытов более грубые интуиции Платона и Аристотеля вскоре были превзойдены. Телеология, доктрина о естественных местах и конечных

причинах, была отвергнута; та же участь постигла и теорию движения Аристотеля, которая не допускала наличия пустоты. Атомистическая теория Демокрита, которую афинские философы так старательно изгоняли, в основном вновь была признана. Первая стадия уничтожения философии, которую в средние века приписывали людям античного периода, закончилась к началу III века до н. э. Бойль нашел бы свои взгляды полностью согласующимися со взглядами Стратона. Но ему не было суждено изучать их. За исключением области математики, прогрессивную мысль эллинистического периода в основном предали забвению. О причинах этого мы уже говорили. Имела место действенная изоляция—общественная и идеологическая—ученых Александрии, Афин и Сиракуз. Они больше не были философами. Стратон, согласно Цицерону, «отверг этику, являющуюся наиболее необходимой частью философии, и посвятил себя исследованию природы».

Таким образом, ученые эллинистического периода отошли от основного направления интересов, которые в те времена кризиса и упадка обратились к внутреннему миру индивида. Их прогрессивные взгляды не распространялись, и за исключением астрономии, где они все еще были нужны для более ограниченных задач того времени, в частности для астрологии, эти взгляды предали забвению, в то время как более обыкновенные и ненаучные взгляды Платона и Аристотеля бережно сохранялись.

Эллинистическая математика. Эвклид

Математическая и физическая наука в эллинистическом мире преследовала две цели—академическую и практическую. Академическая, которая, конечно, была более высокой, сосредоточивала свое внимание на математике и привела к распространению и систематизации одной науки—геометрии. Цифровые исчисления считались определенно низкими и выдавались в случае необходимости за геометрию. Но здесь были достигнуты основательные и замечательные результаты. Архимед использовал и усовершенствовал эти методы Евдокса (стр. 109) для определения величины π в пяти случаях—при практическом вычислении площади круга—и для нахождения формулы объема и поверхности шаров, цилиндров и более сложных тел. Это было эффективным началом исчисления бесконечно малых величин, которому суждено было революционизировать физику в руках Ньютона. Проводилось также важное изучение наиболее изогнутых кривых для решения классических и бесполезных проблем трисекции угла и удвоения куба. Гораздо более важное значение имела разработка Апполонием из Перги около 220 года до н. э. учений о конических сечениях—эллипсе, параболе и гиперболы,—открытых Менахмосом приблизительно в 350 году до н. э. Его работа была столь законченной, что Кеплер и Ньютон спустя почти 2000 лет смогли использовать ее без изменений для выявления свойств планетных орбит.

Еще более важным, чем их отдельные достижения, была систематизация математики, которую осуществили в эллинистический период. Логическое увязывание теорем было известно раньше (стр. 109)—логика Аристотеля поистине является словесной копией геометрического приема доказательства. Однако до Эвклида (ок. 300 года до н. э.) большая часть математического знания не была объединена в одном-единственном здании *дедукции* из аксиом. Это имело значительную ценность для математики, что подтверждается тем фактом, что учение Эвклида является и по сей день в той или иной форме основой преподавания геометрии. Значение геометрического приема доказательств для физической науки более сомнительно, потому что оно отдавало предпочтение доказательству перед открытием и основанной на самоочевидных принципах дедуктивной логике—перед индуктивной логикой, основанной на наблюдениях и опытах. Успех геометрии тормозил развитие алгебры, ибо с помощью геометрии производились все весьма примитивные цифровые исчисления греков. Частичным исключением из этого является

работа Диофанта (ок. 250 года до н. э.) над уравнениями. Эта работа, появившаяся позднее времен Аристотеля, является существенным свидетельством влияния современной им вавилонско-халдейской математики.

Эллинистическая астрономия. Гиппарх и Птолемей

Изучение астрономии является полутеоретическим, полупрактическим делом. Согласно Платону, астрономия изучает идеальный мир на небе, соответствующий достоинствам обитающих там богов. Любые несообразности, которые можно наблюдать на реальных небесах, должны игнорироваться или оправдываться. С другой стороны, предполагаемое значение небес требует, чтобы положение звезд, и в частности планет, было точно известно и известно в своем развитии, если иметь какую-либо надежду не прибегать к предсказаниям астрологии. В результате наличия этих двух тенденций эллинистическая астрономия—единственная часть греческой науки, дошедшая до нас в сохранности,—была в основном занята попытками создать как можно более сложные схемы, пригодные для наблюдений и не нарушающие законов простоты и прекрасного. Это занятие стимулировало развитие и математики и физического наблюдения. Можно сказать, что астрономия почти вплоть до нашего времени являлась тем точильным камнем, на котором оттачивались все инструменты науки.

Математическая основа астрономии была сферой деятельности Евдокса, но для действительной разработки этой проблемы было легче рассматривать движение планет в плоскости и делать вид, что так и должно быть, вводя «колеса внутри колес». Это было сделано величайшим астрономом-наблюдателем древности Гиппархом (190—120 годы до н. э.), который изобрел большинство инструментов, употреблявшихся в течение последующих 2000 лет, и составил первый каталог звезд. Его планетная система, хотя и более точная, была гораздо сложнее системы Евдокса и лишила ее последней толики механической правдоподобности. В той форме, в которой ее представил Птолемей (90—168 годы н. э.) спустя 200 лет, ей суждено было стать образцом астрономии вплоть до эпохи Возрождения. Астрономия Птолемея была приемлемой потому, что она переносила все трудности с земли на небо, где, в конечном счете, вряд ли действуют законы обычной механики. Далее, поскольку она была создана для измерения—с добавлением, как требовалось, эпициклов,—она давала довольно сносные предсказания.

Альтернативная версия, говорящая о том, что вращается именно Земля, выдвинутая Экфантом в IV или, возможно, Гицетом в V веке до н. э., никогда не забывалась. Ее энергично поддерживал Гераклит Понтийский (ок. 370 года до н. э.), который принял систему вращения Земли, помещая ее все еще в центре вселенной, вокруг которого вращаются Луна и Солнце, но планеты, по его учению, вращались уже вокруг Солнца, а не Земли. Эта система, которая полностью описывает все наблюдаемое, позднее должна была стать системой Тихо Браге (стр. 230). Последний логический шаг был предпринят Аристархом с о. Самоса (310—230 годы до н. э.), который осмелился поставить Солнце, а не Землю в центре вселенной. Однако эта система, несмотря на величие ее основателя, получила слабое признание главным образом благодаря тому, что ее считали еретичной, абсурдной с точки зрения философии и противоречащей повседневному опыту. Однако она осталась устойчивой ересью, переданной арабами, возрожденной Коперником и активно подтвержденной Галилеем, Кеплером и Ньютоном (стр. 222 и далее, 230 и далее, 262 и далее).

Научная география

Развитие астрономии впервые сделало возможным появление измерительной и научной географии. Проблема вычерчивания *карты*—одна из проблем, связывающая астрономическое положение земного шара, воображаемые параллели широты и меридианы (полуденные линии) с положениями городов, рек

и берегов на основании данных, сообщенных путешественниками и чиновниками. Это равносильно измерению размеров Земли, которое впервые было произведено Эратосфеном из Кирены (275—194 годы до н. э.), директором Александрийского музея. Найденная им величина окружности Земли—24 700 миль ошибочна только на 250 миль и не была исправлена до XVIII века. Завоевания Александра намного расширили границы известного грекам мира, но на этом они остановились: не было экономического стимула для дальнейшего исследования Востока или Запада, исключая нескольких отдельных путешественников, подобных Питсу из Марсея (ок. 330 года до н. э.), вплоть до эпохи Возрождения. Отсутствие заинтересованности в путешествиях по океану делало ненужным развитие точной навигационной астрономии, ибо для каботажного плавания было вполне достаточно весьма элементарного знания звезд.

Оптика также являлась маловажным придатком астрономии. Древние не умели изготавливать линзы—их стекла были полны пузырьков, а кристаллы были слишком редки. Их катоптрика—изучение отражений—получила развитие только до уровня, позволяющего создавать иллюзии или зажигательные зеркала, и не имела применения для серьезных целей. С другой стороны, диоптрика древних греков—зрительное измерение угла—употреблялась при точной землемерной съемке. Несмотря на это, они, видимо, никогда не осознавали истинной перспективы, которая должна была дожидаться своего применения вплоть до эпохи Возрождения.

Эллинистическая механика. Архимед

Именно в области механики эллинистический век внес наибольший вклад в физику. Первый импульс, вероятно, исходил из области техники. Греческое мастерство, в частности в обработке металлов, достигло наивысшего уровня до эпохи Александра. Завезенное в другие страны, такие, как Египет и Сирия, располагающие гораздо большими ресурсами, чем Греция, это мастерство могло быть использовано для эффективных, радикальных усовершенствований во всей машинной технике, в особенности в машинах, используемых для ирригации, переноса тяжестей, судостроения, а также для совершенствования военных машин. Нам известно, что большое количество, повидимому, новых открытий появилось приблизительно в III веке до н. э., но их происхождение все еще не ясно. Они, возможно, появились в результате того, что захватчики доставили в Грецию традиционно развитую машинную технику местных ремесленников, которая затем была подробно описана и развита дальше образованными греческими техниками. Взаимное стимулирование точного мастерства и точных расчетов наблюдалось вновь лишь в эпоху Возрождения. Сложные блоки и лебедки, возможно, появились на парусных судах, а зубчатая передача—при проведении ирригационных работ; но винт казался в некотором роде софистическим изобретением. Вероятно, несколько математиков приложили руки к этому изобретению. По требованию их королевских покровителей философы к тому времени были готовы поступиться своим престижем, признав значение математики для создания машин. Разумеется, все легенды о военных машинах Архимеда должны иметь под собой какое-либо основание, хотя Плутарх сказал о нем: «Он смотрит на работу инженера и на все, что служит удовлетворению потребностей жизни, как на неблагодарное и простонародное дело»^{2, 39}. Архимед (287—212 годы до н. э.) являлся одной из величайших фигур греческой математики и механики и последним из действительно самобытных греческих ученых. Он был родственником Хиеро II, последнего тирана Сиракуз, и принимал большое участие в защите этого города от римлян. Архимед был убит римским солдатом во время разработки проблемы, солдатом, который либо не знал, либо не интересовался тем, что тот делал. Хотя Архимед и находился под большим влиянием чистой греческой науки, из счастливого открытия его работы над *методом*

нам известно, что он действительно пользовался механическими моделями для получения математических результатов, хотя затем он отказывался от них при доказательстве. Большая часть работы Архимеда дальше не разрабатывалась в классические времена. Только в эпоху Возрождения она была полностью оценена. Первое издание трудов Архимеда появилось в 1543 году, в тот самый год, когда появились «De Revolutionibus» Коперника и «Fabrica» Везалия, и оказало влияние, которое можно сравнить с влиянием этих двух работ (стр. 235).

Статика и гидростатика

В своих *элементах механики* Архимед дал полный и качественный обзор работы простых машин, а также заложил основы науки *статики*, характерной для греческого анализа условий, при которых силы находились бы в состоянии строгого равновесия. Он также был основоположником *гидростатики*, законов плавающих тел, которая использовалась в двух важных случаях. Один заключался в определении плотности тел путем взвешивания их в воде; это применение гидростатики в силу того, что оно могло быть использовано для пробы драгоценных металлов, сразу было одобрено и никогда не забывалось. Другой—определение грузоподъемности корабля—был достаточно хорошо известен из традиций судостроителей, но не вычислялся до конца XVII века (стр. 250).

Пневматика

Совершенно новой отраслью механики была пневматика—изучение и использование движения воздуха. Здесь Ктезибий (ок. 250 года до н. э.) и Геро (ок. 100 года до н. э.) создали множество гениальных безделушек, работавших при помощи сжатого воздуха, главным образом для использования в храмах. Геро даже создал прообраз паровой машины, работавшей на основе принципа реактивности. Достижением, которое имело более практическое значение, было создание насоса. В этом достижении сказалось техническое мастерство специалистов по обработке металлов, создавших силовой насос двойного действия такой же хороший, как все существовавшее до нашего века, и достаточно дешевый для употребления его даже в отдаленной Британии. Другим пневматическим устройством было создание воздушного органа, меха которого приводились в движение силой воды, с клапанами, действующими при помощи клавиш, точно так же, как это имеет место в наших современных органах и пианино.

Знание механики и достижения эллинистического периода сами по себе были вполне достаточными для того, чтобы создать основные механизмы, которые привели к промышленной революции,—многочисленные управляемые ткацкие машины и паровую машину, но развитие эллинистической механики вскоре остановилось. Правда, оно испытывало недостаток в основном материале того периода—дешевом чугуне, но у греков имелись все средства для получения его: в их распоряжении были механические воздуходувные мехи. Решающей причиной явилось отсутствие стимула. Не было рынка сбыта товаров крупного производства. Богатые могли позволить себе пользоваться товарами ручного производства, бедные и рабы не могли себе позволить покупать что-либо, без чего они могли бы обойтись.

Заря научной химии

Математическо-механический характер греческой науки в сочетании с нежеланием заниматься каким-либо делом, которое испачкает их руки, мешали греческим ученым добиться в какой-либо мере серьезного прогресса в области химии, хотя зарождение алхимии и главного химического процесса перегонки может быть отнесено к раннему периоду александрийской эпохи. В действительности, основываясь на полумистических процедурах, описанных такими

поздними авторами, как Зосим Панополийский (400 год до н. э.) и еврейка Мария (ок. 378—ок. 431 года н. э.)—почти легендарная фигура, предполагаемая изобретательница водяной бани (*bain-marie*),—мы можем представить себе, что должны были существовать определенное количество простых химических опытов и зачатки теории, взятой из работы Аристотеля «Метеорология», книги, которая не дошла до нас. Растущий успех химии зависел от усовершенствований в технике выдувания стекла, испытывавшей необходимость в перегонном аппарате (стр. 165) и в подготовке чистых материалов.

Естественная история

Необходимо также сказать несколько слов о достижениях ученых эпохи эллинизма—не врачей, вне области физических наук. Толчок, данный Аристотелем к всестороннему изучению всех аспектов вселенной, ощущался в течение не более одного поколения. Только незначительное количество важных достижений было получено в области изучения животных и растений, хотя начало этому было положено в книгах по практическому земледелию.

Эллинистическая медицина. Гален

Именно в медицине, еще больше, чем в астрономии, социальные условия эллинистических и римских времен благоприятствовали продолжению традиций и даже известного прогресса. Правители и богатые граждане не могли существовать без врачей. Действительно, все более нездоровый образ жизни ставил их во все большую и большую зависимость от врачей. Александрийский музей стимулировал широкие исследования в области анатомии.

Герофил из Халкидона (архе—300 год до н. э.) был великим анатомом и физиологом, основывавшим свое учение на наблюдении и опыте. Он первый распознал деятельность нервной системы и роль клинического использования пульса, установил различие в функциях органов чувств и двигательных нервов. Эразистрат (280 год до н. э.) пошел дальше и отметил значение извилин человеческого мозга. Хотя оригиналы большинства лучших работ раннего периода Александрийской эпохи были затеряны, их содержание передавалось по традиции и было включено в объемистые труды последнего из врачей классического периода—Галена (130—200 годы н. э.). Он родился в Пергаме в Малой Азии, но после практики в этом городе и в Александрии он в конце концов получил очень богатую практику в Риме. Его труды в свою очередь стали источником идей для арабской и средневековой медицины и анатомии, и он стал пользоваться таким же почетом и уважением в своей области, каким пользовался Аристотель в своей. Врачи более поздних времен, находясь под влиянием обширных знаний и мастерства Галена как экспериментатора, не решались противопоставить свои собственные наблюдения его наблюдениям. Система Галена действительно является искусным сочетанием более древних философских теорий, подобных учению о трех духовных элементах, или душах (стр. 110), с проникательными, но подчас обманчивыми анатомическими наблюдениями, главным образом в силу того, что он ограничивался вскрытием животных. Физиология Галена, с ее приливом и отливом духов и кровью в артериях и нервах, с сердцем в качестве источника тепла и легкими в качестве охлаждающих вееров, до сих пор еще действительно живет в народном языке. Она была в такой же степени основой веры человека относительно его маленького мирка—микросмоса, продержавшейся в течение более тысячи лет, в какой космология Аристотеля являлась основой веры в великий мир небес. И лишь в эпоху Возрождения, когда накопилось достаточно наблюдений и появилась гораздо более совершенная механистическая философия, взгляды Галена могли быть ниспровергнуты. Насколько значительно было это ниспровержение, показывает тот факт, что первый полный перевод Галена на английский язык был опубликован только недавно^{2.21a}.

4.8. РИМ И УПАДОК КЛАССИЧЕСКОЙ НАУКИ

К середине II века до н. э. эллинистические империи рушились от анархии и под давлением более сильного Рима. Нет ничего загадочного в том, что Рим успешно установил свою власть по всему Средиземноморью. Если бы какому-либо провинциальному городу удалось занять господствующее положение в Италии, это принесло бы ему огромное превосходство как над греческими и финикийскими городами-государствами, так и над азиатскими эллинистическими империями, которые в течение веков страдали от безудержной эксплуатации, в результате чего они ослабли как политически, так и экономически. В III веке до н. э., как раз в период первого расцвета завоевательной политики, Италия все еще была аграрной страной с хорошим климатом и большим количеством строительного леса, страной с растущим здоровым населением. В результате первоначально медленного темпа развития Рим недалеко ушел от родовой организации общества по сравнению с городами более древних цивилизаций. Римская республика в войне могла рассчитывать на поддержку своего народа, на что никогда не могли рассчитывать другие города. Римлян, вооруженных в короткий срок техникой своих более развитых противников, можно было разбить в боях, но невозможно было завоевать. Единственным серьезным соперником Рима была торговая республика Карфаген, которая могла равняться с ним по богатству, но не по войску.

Рим, по существу, пережил такие же внутренние классовые битвы, как и те, что подорвали силы греческих городов, но в более обнаженной форме, выразившейся в соперничестве между патрициями и плебеями за право руководства государством. В I веке до н. э. эта борьба достигла высшей точки, вылившись в ожесточенные гражданские войны, которые расчистили путь сначала для установления военной диктатуры, а позднее—империи. Действительно, установление империи было единственным средством, с помощью которого богатые могли откупаться от бедных небольшими долями награбленного в провинциях. Другим средством была политика распространения римского гражданства вначале на итальянские, а затем на другие провинции, тем самым превращая то, что первоначально было городом-государством, в территориальное государство, где господствовали рабовладельцы и богатые купцы. Постепенно государства восточного и западного Средиземноморья попадали в руки римлян, и в то же время они открыли римлянам доступ в глубь территории варваров—Галлию, Британию, Западную Германию и Австрию. Результатом было образование новой огромной империи, охватывавшей весь район Средиземноморья, однако делившей с недавно освободившейся Персией эллинистические королевства.

Армия сцементировала империю, с помощью армии она была создана, и с ее помощью все с меньшим успехом после времен Августа империя защищалась от варваров. Император, будучи главнокомандующим, обычно стремился обложить народ налогами и собрать их в таком количестве, чтобы было достаточно денег для выплаты жалованья солдатам, которые в противном случае могут взбунтоваться и избрать себе другого императора. Империя была действительно свободной федерацией городов, которые имели самоуправление и извлекали доходы из торговли друг с другом в пределах *Рак Ронапа* (подвластной Риму территории.—*Ред.*). Лучшие земли в провинциях, принадлежавшие богатым владельцам вилл, возделывались группами рабов. Более бедные районы—*pagi*, или сельские коммуны, были оставлены местному населению, или язычникам (*pagans*), которые в основном сохранили свой родовой строй (позднее, в средние века, они стали крестьянами и дали свое название этой стране—*peys*), или образовавшим новые поселения колонам (*coloni*), или освобожденным рабам, которые постепенно превратились в крепостных—*villani*—вилланы, или крепостные.

Расширение Римской империи оказывало совершенно иное влияние на культуру завоевываемых стран, чем то влияние, которое на них некогда оказывали войска Александра. Когда римляне вышли на арену действий, живой источник греческой цивилизации уже иссяк. В области науки и искусства она деградировала. С другой стороны, римляне вторглись в греческую цивилизацию слишком поздно—их собственная экономическая система, основанная на существовании богатых патрициев и их клиентов, была слишком негибкой, чтобы сделать эффективным использование науки. Кроме того, высшие классы римлян презирали греческую цивилизацию и во время образования империи были единственными римлянами, которые ее игнорировали, хотя и принимали парадную сторону этой цивилизации. Ни они, ни новые западные провинциалы не добавили чего-либо значительного к ней. Лучшее, что могли сделать патриции, это заимствовать несколько общих идей греческой философии и использовать их для обоснования своей формы классового правления. Катон Старший, консервативный государственный деятель II века до н. э., ненавидел греческую науку и не признавал ее. По его мнению, греческие врачи приезжали для того, чтобы отравлять римлян, а философы—чтобы развращать их. Цицерон, выдающийся адвокат следующего столетия, придерживался гораздо более просвещенных взглядов. Он считал достойным похвалы многое в философии Платона и Аристотеля, которая оправдывала правление лучших людей, но боялся, что эпикурейство, которое внедрялось его соотечественником Лукрецием, подорвет веру народа в богов, а следовательно, и в установленный порядок. Однако наиболее популярной философией, особенно в период империи, были стоицизм. Хотя стоицизм, подобно раннему экзистенциализму, вначале возник как философия сопротивления, тем не менее его упор на добродетель ради нее самой позволял римским правителям и даже такому случайному императору, как Марк Аврелий, показывать, что они жертвуют собой ради блага народа, не думая о вознаграждении. Сенека, наиболее выдающийся из римских стоиков и наставник императора-актера Нерона, не видел ничего предосудительного в накоплении огромного состояния—разумеется, в качестве компенсации за священную ответственность.

Резкий упадок науки, имевший место во времена первых римских императоров, принято приписывать духу практицизма римлян. Гораздо вероятнее, что причины такого упадка были более глубокими—они коренились в общем кризисе классического общества, явившемся результатом концентрации власти в руках небольшой кучки богатых людей (были ли они в Александрии или в Риме—неважно), а также в повсеместно жестоком обращении с рабами и теми людьми, которых можно назвать, используя термин более недавнего происхождения, «бедными белыми». Их обнищание уменьшало спрос на товары, что ухудшало положение купцов и ремесленников. В такой атмосфере не было никакого стимула для развития науки; все еще существовавшая по инерции наука очень скоро утратила свое важное качество—исследование природы и создание новых предметов.

Общественные работы и торговля

Тем не менее существующее знание могло применяться в течение нескольких столетий более экстенсивно и в более широком, чем когда-либо раньше, масштабе. Можно было предпринимать не только гигантские общественные работы, такие, как сооружение дорог, портов, акведуков, бань, театров, но также развивать и неограниченную торговлю, ибо имелась возможность для свободного обмена продуктами, привозимыми из всех частей империи. В некоторых случаях, как, например, в производстве гончарных изделий, это привело к созданию практически фабричного производства стандартизированных товаров. Однако при наличии имеющегося в избытке рабского труда, в условиях, когда рынок все еще был ограничен покупательной способностью одних

важноточных классов, владелец производства не имел стимула предпринять следующий шаг—ввести машины, и поэтому тогда не могли сложиться условия для развития промышленной революции.

Архитектура

Римская техника внесла два характерных для нее вклада в развитие архитектуры и сельского хозяйства. Строительство акведуков, амфитеатров и больших базилик породило арку и арочный свод, строительство которых стало возможным в результате использования имевшегося в изобилии обожженного кирпича и бетона, изготовленного из извести и вулканического пепла. В римской архитектуре, несмотря на ее значительную выразительность, гораздо меньше проявляются возможности использования арки и свода, чем это имеет место в готических сооружениях средневековья. И только на самых последних ступенях развития римской архитектуры, в Константинополе, из персидских образцов развились действительно искусные, с легкими орнаментными узорами сооружения, поддерживающие купол.

Сельское хозяйство

Сельское хозяйство едва ли могло стать наукой до тех пор, пока не было получено гораздо больше биологических знаний, чем могло быть известно людям античной эпохи. Да оно и сейчас едва ли является наукой. Римские труды по сельскому хозяйству, наиболее известными из которых являются «Георгики» поэта Вергилия, необходимо ограничены описанием практики крестьян, а также несколькими мрачными воспоминаниями об управлении имением, где применялся рабский труд. Эти произведения все же интересны тем, что показывают, в частности, какие технические приемы практиковались в деле выращивания овощей и фруктов, из чего явствует, что большая часть современных технических приемов была уже тогда хорошо известна. С другой стороны, отсутствие подходящей конской упряжи и соответствующих плугов ограничивало возможности обработки земли.

Управление и право

Большим положительным вкладом римлян в развитие культуры, который можно обнаружить в любой книге по истории, является создание системы права. В тот период римское право являлось не чем иным, как научной попыткой гарантировать правильные взаимоотношения между людьми; оно было откровенно призвано охранять собственность тех, кому посчастливилось ее приобрести. Как впервые обнаружил Вико, в нем содержатся следы трех последовательно отложившихся наслоений истории культуры. Во-первых, в нем содержится старый родовой обычай, унаследованный из матриархальной стадии развития общества, превратившийся в наиболее суровый обычай в патриархальную стадию под влиянием монополизации движимой собственности в виде крупного рогатого скота (*ресипия*). Это и есть знаменитая римская *семейная* система права, согласно которой глава семьи деспотически управлял своей женой, детьми и *famili*, то есть рабами. Затем появляются следы городского и коммерческого права—результат длительных экономических и политических боев Римской республики—с его упором на денежные отношения и уплату долга. Последнее является следствием имперского управления наряду с признанием *прерогатив* правителя. В своей окончательно сложившейся форме, на самом последнем этапе существования империи, при правлении Юстиниана в VI веке, в римской системе права обнаруживается влияние строгой философии стоиков, которая, подобно конфуцианству в Китае, стала второй натурой римских чиновников. Многое в истории общества можно изучить на основании римского права, но его вклад в науку ограничивается лишь концепцией о всеобщем естественном праве. По существу, не применимое к совершенно отличной экономике феодаль-

ного периода, оно было вновь возрождено в духе величия империи в эпоху Возрождения в качестве основного свода законов капитализма (стр. 542).

Разложение и упадок Римской империи

В последние годы существования империи, во времена Адриана (117—138 годы н. э.), вся ее экономика начала разрушаться. Армия, которая раньше приносила богатство в виде рабов и добычи, становилась все более тяжелой, но необходимой обузой, причем в этот период новые земли уже не захватывались и империи становилось все труднее защищать свою территорию. Попытки проведения реформ со временем только ухудшали положение. Денежная экономика была подорвана инфляцией и постепенно заменялась товарообменом, основанным на товарах, главным образом местного производства и потребления. *Виллы*, где богатые не платили налогов, став центрами местного производства, постепенно превратились в экономические центры, заменив в этой роли старые города, а торговля все более и более ограничивалась предметами роскоши. Это были лишь смертельные симптомы болезни, присущей классовому обществу античного мира. Не было способа отделаться от эксплуатации, присущей этому обществу, не разрушив его.

Экономическая и интеллектуальная деградация

Классическая цивилизация уже к III веку до н. э., если не раньше, была, по существу, обречена. Трагедия для науки заключалась в том, что эта цивилизация очень долго умирала, так как в тот период была утрачена большая часть достигнутых знаний. Знания, которыми не пользовались для дальнейшего их расширения вовсе не сохраняются—они деградируют и исчезают. Вначале книги просто валялись на полках, ибо очень немногие испытывают необходимость или желание прочесть их; вскоре никто не мог уже и понять их, и они погибали непрочитанными, и в конце концов, подобно легендарной судьбе великой Александрийской библиотеки, памятники сжигались для нагревания воды в общественных банях или же исчезали сотнями других неизвестных путей.

Мистицизм и организованная религия

С исчезновением естественных наук мысль не остановилась в своем развитии; она просто снова обратилась к мистицизму и религии. Хотя такая чувственная тяга в мистицизму является выражением желания освободиться от этого безнравственного мира, она имеет тщательно разработанную философско-интеллектуальную основу, заимствованную из учения Платона времен упадка демократического города-государства. Последующие школы, в частности стоики и неоплатоники, развили мистическую сторону идеализма Платона и опустили его математический аспект, исключая каббалистическую цифрологию, представленную в изобилии в виде магических квадратов и мистических чисел. Начиная с I века и далее философский мистицизм слился с мистицизмом спасительных религий, из которых христианство было наиболее преуспевающим. Их общая интеллектуальная особенность заключалась в том, чтобы полагаться на *вдохновение* и *откровение* в качестве *высшего* источника *истины* по сравнению с *чувствами* и даже разумом, как выразил это Тертуллиан: «Я верю, *потому что это абсурдно*».

Возникновение этих религий само по себе симптоматично для безнадёжного положения рабов и даже граждан перед лицом системы, которая принижала их и от которой, казалось, невозможно было избавиться (стр. 152). Они могли выбирать между почти революционными обличениями этой системы, подобными тем, которые мы находим в Апокалипсисе, вызывающими сопротивление официальному богослужению, и отходом от активной жизни, чтобы не поддаться влиянию зла этого мира. Для религиозного человека все зло этого мира заключалось не только в идолопоклонстве, но также во всем том, что уходило с ненавистным государством высших классов, которое было отвратительно; рос-

кошь, искусство, философия и наука считались вехами на пути в ад. Августин и Амброзий, перейдя от безнравственной учености к святой бессмыслице, были в такой же степени участниками этого движения, в какой была и возглавляемая монахами шайка, закидавшая камнями Гипатию—одного из последних греческих математиков. Только после полного разрушения старого классического мира, как это было на Западе, или же приспособления его к новым условиям, как это было на Востоке, церковь лишь постепенно и с большой неохотой могла разрешить существование ограниченной светской науки. О том, как это произошло, будет рассказано в следующих главах, где мы проследим возникновение новых цивилизаций, появившихся в результате упадка классического мира. В них также будет дан обзор христианства, которое хотя и возникло из классической цивилизации, но было, тем не менее, продуктом народного протеста против всего того, что полностью принадлежало следующей ступени развития общества и олицетворяло ее. Несмотря на то, что христианство враждебно относилось к классической культуре, было бы абсурдным обвинять его в упадке и гибели этой культуры. Христианство явилось скорее симптомом, нежели причиной ее гибели. Мистицизм, абсурдность, беспорядочность и упадок, характерные для последнего периода классической эпохи, были продуктами социального и экономического распада плутократического рабовладельческого государства. С точки зрения Аристотеля, оно погрязло в коррупции, китайцы сказали бы: оно использовало все полномочия, данные ему небесами. Хотя правление номинально римских императоров в Константинополе продолжалось еще тысячу лет, эта империя относится уже к новой эпохе.

Варвары

Последние фазы распада классической цивилизации приняли различные формы: одни в более древних цивилизациях, эллинизированных районах востока Римской империи, другие—на сравнительно недавно завоеванном римлянами западе, где городская жизнь была чужеродной, а сельскую местность в основном населяли язычники. Восток ассимилировал варваров. Жизнь в городах там никогда не прекращалась и с трудом укладывалась в рамки установленных мусульманских халифов или византийских императоров скорее греческих, чем римских. Новая структура государства не походила на старую, но торговля, культура и система обучения сохранились и на время пережили блестящее возрождение.

На Западе происходило нечто похожее на общую экономическую разруху, которой воспользовались варвары-завоеватели. Не варвары породили этот экономический упадок. Задолго до завоевания империи варвары попали туда, сначала в качестве наемных солдат, рабов и крепостных, главным образом для того, чтобы восполнить недостаток в рабочей силе, который уже создала чудовищная эксплуатация римских землевладельцев и сборщиков налогов. Далее, римская техника слабо развивалась в области практического применения ее для производства продуктов питания в трудно доступных, поросших лесом землях на севере и западе. Нет сомнения в том, что сами варвары обладали более совершенной техникой для обработки земли, нежели римляне, которые их вытеснили. Они, по крайней мере, умели обрабатывать плодородные и трудные для обработки почвы Западной Европы, которыми римляне пренебрегали. В Англии, например, имения римлян занимали лишь часть земли, заселенной и успешно обрабатываемой языческими племенами саксов.

Утрата организации и техники

В результате вторжения варваров в Западную Европу были утрачены все достижения культуры, которые зависели от широкой материальной организации. Мосты, дороги, акведуки, оросительные каналы—все это пришло в упадок и в основном исчезло. Такое же воздействие это вторжение оказало на распределение стандартизированных товаров, таких, как гончарные изделия, из

нескольких центральных предприятий. Единственная точная техника, которой суждено было выжить и процветать, была техника производства мелких изделий точной работы по металлу для изготовления украшений и оружия. С исчезновением образованного класса богатых людей и зависящих от них жителей города мало что сохранилось от философских традиций и почти ничего—от науки. Ученые позднего классического периода искали убежища в лоне церкви, подобно Григорию из Тавра и Паулину из Нолы, или становились чиновниками при королях варваров, подобно Боэцию, или же удалялись в свои поместья, подобно Аусонию (ок. 310—395 годов н. э.). Тем не менее в Европе сохранилось значительное количество достижений классической культуры, что создало возможности для ее возрождения без большинства ограничений времен империи. В Венеции, Солерно и в далекой Ирландии имелись источники, из которых возникла свежая и самобытная средневековая культура, слившаяся в XII веке с основным потоком ее развития, который прошел через мусульманский мир^{3·1а; 3·30—32}.

4.9. НАСЛЕДСТВО КЛАССИЧЕСКОГО МИРА

В этой книге рассматривается вопрос о влиянии науки на историю и, в частности, о влиянии естественных наук классического мира на жизнь того времени и последующих эпох. Эта глава призвана выявить кое-что из того, какую роль играла наука в жизни греческого города и как она воздействовала на нее. Мы склонны настолько преувеличивать интеллектуальные и художественные достижения греков, что трудно даже осознать, что их знания и искусство гораздо больше влияли на внешнюю сторону, чем на практические и материальные факторы жизни. Красоты греческих городов, храмов, статуй и ваз, совершенство их логики, математики и философии скрывают от нас тот факт, что образ жизни большинства населения цивилизованных стран к моменту падения Римской империи в основном был таким же, что и 2000 лет назад, в период гибели древней цивилизации бронзового века. Сельское хозяйство, продовольствие, одежда, дома не были заметно усовершенствованы. Исключая небольшое улучшение в технике сооружения оросительной сети и дорог, введения новых стилей в монументальной архитектуре и планировании городов, греческая наука находила небольшое применение. Это неудивительно, ибо наука развивалась богатыми гражданами в первую очередь не для целей практического ее применения, которые они презирали, и, во-вторых, даже при наилучших в мире намерениях созданная ими наука была слишком ограничена и качественна, чтобы иметь широкое практическое применение. Греческая математика, изысканная, пользующаяся исчерпывающим методом, могла применяться лишь для немногих практических целей из-за отсутствия как экспериментальной физики, так и точной механики. Основным плодом величественной греческой астрономии, не считая астрологических предсказаний, был хороший календарь и несколько маловажных карт. Великая колыбель практической астрономии—искусство мореплавания—из-за отсутствия судов и нежелания плавать по неизведанному океану почти не развивалась.

Другие науки были едва ли чем-то большим, чем довольно хорошо систематизированными каталогами общих наблюдений кузнецов, поваров, земледельцев, рыбаков и врачей, такими как «Естественная история» Плиния. Там, куда вторгалась наука, она порождала наивные или мистические теории, в основе которых лежали элементы природы или тела, путавшие и извращавшие познание природы. Результаты существования общественных наук греков были более непосредственными, хотя иногда в силу того, что они были связаны с условиями существования определенного города-государства, при изменении этих условий становились неприменимыми (стр. 542). Техника в противоположность науке сохранилась в лучшем виде и меньше потеряла. Действительно, за исключением тех областей, где техника была связана с работами большого масштаба, подобно сооружению дорог и акведуков, она дошла до нас, по существу, без изменений,

1. РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ НАУКИ (главы 2, 3 и 4).

<div>Раздел</div> <div>Период</div>	Основной способ добыwania продуктов питания и транспорт	Орудия и материалы	Оборудование и процессы	Общественная организация	Интеллектуальные и культурные достижения
Эпоха палеолита (глава 2)	<p><i>Собирательство и охота</i></p> <p>Организованная охота на крупных зверей</p> <p>Каное</p> <p>Рыболовство и ловля капканами</p> <p>Сбор зерен и корней</p>	<p><i>Каменные орудия</i></p> <p>Ручные орудия и оружие</p> <p>Орудия с рукоятками: молоток, топор, копье</p> <p>Лук и праща</p> <p>Лучковое сверло</p>	<p><i>Огонь</i></p> <p>Приготовление пищи.</p> <p>Поджаривание</p> <p>Выделывание шкур</p> <p>Одежды, мешки и корзины</p> <p>Ремни и веревки</p> <p>Сети и снасти</p> <p>Корзины</p>	<p>Небольшие общественные группы</p> <p>Тотемические роды</p> <p>Охотничьи обряды</p> <p>Обряды захоронения</p> <p>Маги</p>	<p><i>Язык</i></p> <p>Песни о животных и растениях</p> <p>Ритуальные танцы, песни и музыка</p> <p>Мифы</p> <p>Натуралистическая живопись и скульптура</p> <p>Медицина и хирургия</p>
Эпоха неолита (3. 1)	<p><i>Сельское хозяйство</i></p> <p>Культура мотыжного земледелия</p> <p>Приручение животных ради получения пищи, шерсти, для переноса тяжестей и в качестве тягла; скопление продовольствия</p> <p>Плуг</p> <p>Постоянные поля</p>	<p>Основные каменные орудия</p> <p>Топор, мотыга</p> <p>Ручные мельницы</p> <p>Грубые плотничьи работы</p> <p>Украшение из природного золота и меди</p>	<p><i>Гончарное производство</i></p> <p><i>Прядение</i></p> <p><i>Ткачество</i></p> <p>Тростниковые и глиняные хижины, деревянные дома</p> <p>Выпечка хлеба и приготовление напитков</p>	<p><i>Поселения</i></p> <p>Обряды в честь плодородия</p> <p>Заклинатели дождя и короли зерна</p> <p>Возникновение социальных различий</p> <p>Ритуальные обмены</p>	<p>Календарь для использования в сельском хозяйстве</p> <p>Геометрический рисунок</p> <p>Символизм</p> <p>Мифы о сотворении мира</p>

Бронзовый век (3.2—3.8)	Ирригация Приспособление для подъема воды Каналы и дамбы Парусные лодки <i>Колесные повозки</i> Дороги Колесницы, запряжен- ные лошадьми	<i>Металл</i> Добыча, выплавка и отливка меди и брон- зы Бронзовые орудия, пи- лы, долото Оружие и доспехи Клепка, паяние, метал- лические сосуды	Строительство из кир- пича и камня Многоэтажные дома Появление обстановки Стулья, кровати, тарел- ки Пиво и вино Глазурованные гончар- ные изделия	<i>Города</i> <i>Классовые общества</i> Боги и храмы Цари-жрецы Ремесленники, торгов- цы, закон, собствен- ность и долг Города-государства и войны Империя и рабство	Вторжение варваров Идеографические знаки Исчисления Цифры <i>Письменность</i> Взвешивание и измере- ние Арифметика и геоме- трия Солнечный календарь <i>Астрономия</i> Профессиональная медицина
Ранний период железного века (4.1—4.3)	Увеличение количества расчищенной от леса и вспаханной земли Водяные колеса и насосы Зубчатая передача и блоки Усовершенствованные суда, годные для мор- ских путешествий ↓ Биология	<i>Железо</i> Усовершенствованные и более дешевые ору- дия и оружие Катапульты и другие военные машины ↓ Физика и механика	Стекло Совершенствование спо- соба приготовления лекарств и красок ↓ Химия	Торговые города Политика Республиканское прави- тельство Появление плутократии Социальные битвы Интенсивно развитое военное дело ↓ Общественные науки	Алфавит Литература Чеканные деньги Философия <i>Зарождение</i> рациональ- ной науки ↓ Астрономия, математика и медицина

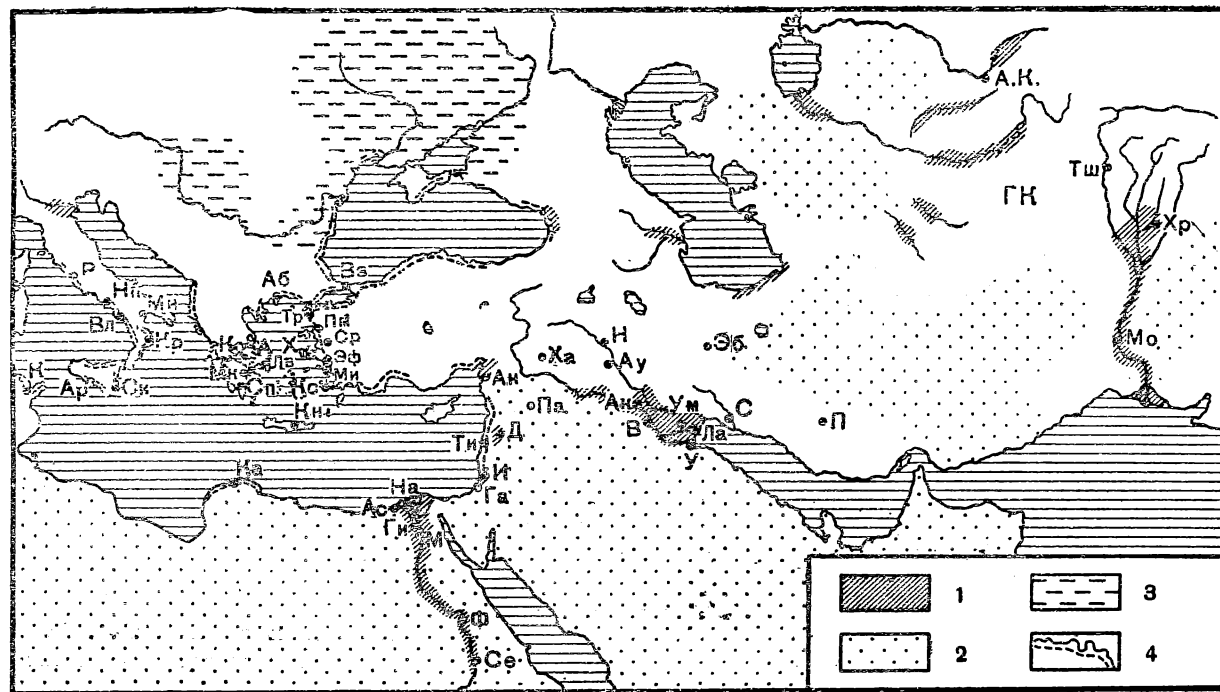
Данная таблица показывает основные технические достижения с периода первых человеческих обществ до начала классического периода около 600 года до н. э. Даты приводятся лишь для обозначения начала культур, характерных для эпох палеолита, неолита, бронзового и железного века в основных центрах их возникновения. В других местах эти культуры появились позже. В каждом периоде материал расположен не в хронологическом порядке, а представляет собой лишь перечень наиболее важных особенностей определенной ступени в развитии культуры.

ТЕХНИКА И НАУКА В КЛАССИЧЕСКИЕ ВРЕМЕНА (ГЛАВА 4)

Раздел	Годы до н. э.	Технические достижения	События в политической и общественной жизни	Философия и наука	
4.5	600	Владение техническими достижениями Востока	Эпоха тиранов	Влияние вавилонских и египетских знаний	
	500	Добыча металла и его обработка Строительство судов Архитектура и скульптура	Завоевание персами Ионы Греция освобождается от персидского ига	<i>Фалес</i> и натурфилософы Материалистическая теория вселенной Философия изменений; <i>Гераклит</i> Небожественные небеса <i>Анаксагора</i>	Число и форма <i>Пифагора</i> , его физический закон
			Перикл в Афинах Пелопонесская война	Четыре элемента <i>Эмпедокла</i>	Шарообразная земля <i>Филолая</i> Иллюзорные изменения <i>Парменида</i>
4.6	400	Строительство городов по grid-плану	Афинская демократия	Рациональная медицина <i>Гипократа</i>	Атомистическая теория <i>Демокрита</i>
			Поражение и реакция в Афинах Триумф Македонии Завоевания Александра	Диалектический метод <i>Сократа</i> Идеализм <i>Платона</i> Небесные сферы <i>Евдокса</i>	Разум и логика <i>Аристотеля</i> ; его описательная биология
	300	Географические сведения о Персии и Индии	Влияние эллинизма на Египет, Персию, Индию и Центральную Азию	Александрийский музей <i>Евклид</i> систематизирует геометрию Экспериментальная физика <i>Стратона</i>	Атомистическая философия <i>Эпикура</i> <i>Геофраст</i>
4.7		Огромное развитие работ по орошению и военно-инженерное дело	Карфагенские войны	Анатомия человека <i>Еразистрата</i>	Вращающаяся земля <i>Аристарха</i>

4.8	Годы н. э.	200	Механические безделушки Широкое распространение рабства	Контроль Римом греческого мира	Конические сечения <i>Апполония</i> Механика и пневматика <i>Стезибия</i>	Механика и гидростатика <i>Архимеда</i> Карта и размер земли <i>Аристофана</i> Наблюдательная астрономия, прецессия равнодействия <i>Гипарха</i>
		100	Распространение римской архитектуры, основанной на полукружной арке и своде	Гражданские войны Рима Завоевание Галлии Реформы календаря <i>Цезарем Августом</i> —первый римский император	Греческая философия, приспособленная для римлян <i>Цицероном</i> Энциклопедия <i>Плиния</i> Описательная ботаника <i>Диоскордия</i>	Атомистический материализм <i>Лукреция</i> , его наука без религии География <i>Стратона</i> Механика и паровая машина Него
		100		Восстание евреев Распространение христианства		Архитектура <i>Витрувия</i>
		100	Водяные мельницы	Император-философ <i>Марк Аврелий</i>	Систематизация медицины и физиологии <i>Галеном</i>	«Альмагест», описательная астрономия <i>Птолемея</i>
		200	Упадок городского хозяйства и торговли	Кризисы и вторжения варваров Попытки <i>Диоклетиана</i> стабилизировать положение империи Официальное введение христианства <i>Константином</i>	Возрождение алхимии, дистилляция <i>Зосимом</i>	Исчисление площадей и объемов <i>Паппы</i> Цифровые уравнения <i>Диофанта</i>
		300		Осуждение арианства		
		400		Падение Западной империи Рим разграблен готами «Град божий» <i>Августина</i>		Убийство <i>Гипатии</i>
		500		Несторианская ересь		Последний греческий математик <i>Прокл</i>

Эта таблица охватывает период развития рациональной науки, главным образом эллинистической, протяженностью в 1100 лет, для того чтобы выявить связь этой науки с современной историей и техникой. Период разделен на века, и, насколько позволяет место, перечислены вклады отдельных людей и помещены в графу того века, в котором они имели место. Менее коротким промежуткам времени не придается значение. Расположение материала с точки зрения времени везде одинаково, и скопление имен в афинском и эллинистическом периодах указывает на существование огромной научной активности в эти периоды, которые сравниваются с относительно бесплодностью римского периода.



Карта 1. Возникновение цивилизации

Данная карта показывает главные районы, исключая равнины Китая, о которых мы располагаем данными, что там впервые возникло сельское хозяйство и стали строиться города. Большая часть этого района, не считая высоких гор и пустынь, первоначально представляла собой поросшие травой равнины, откуда произошла скотоводческая культура; долины разливающихся рек дельты важных рек, которые считаются первыми местами возникновения городов, и прибрежные районы, освоенные в период железного века. Места расположения важных городов бронзового и железного веков также указаны.

Условные обозначения:

1—орошаемые речные долины; 2—пустыни; 3—луга, пастбища; 4—берега с поселениями железного века.

А—Афины; Аб—Абдера; Ак—Аккад; А. К.—Александрия Крайняя; Ан—Антиохия; Ар—Акрагант; Ас—Александрия; Ау—Ашшур; В—Вавилон; Вэ—Византия; Вл—Велия; Га—Газа; Ги—Гизе; ГК—Гиндукуш; Д—Дамаск; И—Иерусалим; К—Карфаген; Ка—Кирена; Кн—Кносс; Ко—Коринф; Кс—Кос; Кр—Кротон; Ла—Лагаш; Лв—Лаврион; М—Мемфис; Ми—Милет; Мк—Микены; Мн—Метапонт; Мо—Мохенджодаро; Н—Ниневия; На—Навкратис; Нп—Неаполь; П—Персеполь; Па—Пальмира; Пм—Пергам; Р—Рим; С—Сузы; Се—Семне; Си—Сиракузы; Сп—Спарта; Ср—Сарды; Тн—Тир; Тр—Троя; Тш—Ташкент; Х—Хиос; Жб—Жабатаны.

хотя, по крайней мере на Западе, ее выразительные средства ухудшились и упростились.

Не все возможности классической культуры могли быть реализованы в рамках породившей ее цивилизации. При каждом изменении обстановки на пути развития науки ставились те или иные социальные и экономические ограничения, характерные, как мы уже видели, для рабовладельческой плутократии. Действительный вклад в развитие цивилизации греческая наука сделала позже, хотя он мог быть сделан лишь постольку, поскольку могли сохраняться и передаваться зачаточные элементы классической культуры. К счастью, хотя классическая цивилизация была не в состоянии спастись, она обладала достаточным авторитетом для того, чтобы навсегда уберечься от забвения по меньшей мере некоторых своих достижений, и они впоследствии стали основой дальнейшего роста науки.

То, что произошло в период эллинистической и Римской империй, можно назвать великим распространением цивилизаций от берегов Атлантического океана до Гиндукуша. Престиж, который был порожден распространением власти и культуры этих империй, пережил их политическое могущество. Он служил, даже после того, как его первоначальный импульс иссяк, распространению на гораздо большей территории идей, методов, архитектурных стилей и техники эллинистической эпохи. На Востоке, в Центральной Азии, в Китае и Индии—повсюду чувствовалось влияние этого стиля, которое смешивалось с влиянием древних местных культур; на Западе престиж утраченного знания помог привить культуру европейским варварам.

В действительности наиболее важным наследием классического периода была, возможно, сама идея естественных наук. Существует устойчивое мнение о том, что, как гласят легенды, люди античного мира путем глубокого изучения собрали знания о природе, что дало им возможность установить господство над ней. Александр, обученный Аристотелем, имел-де подводную лодку и мог летать по воздуху в карете, в которую был впряжен орел. Что касается действительных элементов классической культуры, науки, особенно астрономии и математики, то фактически доказано, что они пережили свою эпоху. Даже если бы эти науки нужны были только для астрономических предсказаний, то и тогда в силу того, что они были необходимы для составления карты планет, их бы передавали по наследству и использовали на практике. Многие из других наук сохранилось в книгах и потом появлялось то у арабов, то у гуманистов эпохи Возрождения. Мы никогда не узнаем о том, какое количество их было непоправимо утрачено, но до нас их дошло достаточное количество, чтобы направлять и будить мысль и практику более поздних веков. Действительно, за последние 500 лет было так много выявлено и воспроизведено, что мы эффективно включили достижения классического мира в нашу собственную цивилизацию, причем наиболее сознательно и плодотворно—в области техники и науки.

ЧАСТЬ III

НАУКА
В ЭПОХУ
ВЕРЫ

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий раздел охватывает огромный период от заката классической греко-римской культуры в V веке до зари новой культуры эпохи Возрождения, опирающейся на новую экономическую систему и опытное познание. Тем не менее, с точки зрения целей этой книги, исторический процесс, происходивший в течение этих десяти столетий, имеет свое динамическое единство. На протяжении этого периода мы видим упадок, заимствование, возрождение и начало внутренних преобразований всей совокупности технических средств и убеждений, происходящих из эллинского мира. Это верно не только для Европы, но и для Азии, где, за исключением Китая, в котором все еще продолжали господствовать более древние традиции, техника и наука имели, по существу, тот же источник. Возникновение современной науки можно понять, лишь зная эллинскую картину мира, как в зеркале отражающуюся в сочинениях Платона и Аристотеля. В течение почти всего этого периода, вплоть до XV века, главной интеллектуальной задачей было возрождение этой картины и приспособление ее к новой, по существу, феодальной экономике, которая почти повсеместно заменила развалившуюся экономику рабовладельческой плутократии. Необходимо было также приспособить эту картину мира к сковывающим интеллектуальным требованиям догматической христианской религии, которая сохранилась, несмотря на развал старого мира, и ислама, в основном явившегося продуктом этого развала.

То, что такое приспособление оказалось вообще возможным и не потребовалось создания иной радикально новой картины мира, показывает, что экономика феодализма, технически и экономически более раздробленная и примитивная, чем та, на смену которой она пришла, не очень нуждалась в радикально новых формах мышления и соответственно не могла их развивать. Что было в ее власти и чем она действительно занималась, так это внедрение в производство новых технических приемов, которые, хотя и в меньших масштабах, были значительно шире распространены и ближе народу, чем приемы древнеклассического периода. Как мы покажем в части V, именно эта черта жизни периода позднего средневековья и сопутствовавшие ей экономические изменения привели в XVI веке к коренным преобразованиям, которые одновременно создали и *современную науку и капитализм*.

Для того чтобы объяснить возникновение современной науки, нужно знать ее предшественников, кое-что о длительном и крайне темном периоде, который постепенно подготовил ее, кое-что о том, чему она обязана культурам классических и доклассических цивилизаций, а также культуре магометанских стран, Персии, Индии и Китая. А главное нам нужно знать, как все это произошло. Что привело к возникновению новой науки в Италии XVI века? Что побудило науку расцвести пышным цветом в Англии, Франции и Голландии XVII века? Почему те же решающие шаги не были сделаны в других культурах, таких, как культуры Индии и Китая, которые, казалось, были готовы к этому в те или иные периоды их истории? Эти проблемы и некоторые попытки разрешить их и составляют главное содержание данной части. В ней вы найдете оценку факторов, способствовавших возникновению современной науки. Ниже будет показано, что важнейшими из них являются экономические тенденции, которые на протяжении позднего средневековья во все возрастающей степени поощряли

технический прогресс, особенно за счет рационализации труда. Это те же самые тенденции, которые проявляются в период превращения экономической структуры *феодализма* в экономическую структуру *капитализма*. В самом деле, развитие капитализма в Европе и по времени и по месту совпадает с развитием науки. В этой части будет показано, как на ранних ступенях наука развивалась вслед за развитием зарождающегося капитализма и как постепенно она сама начала оказывать влияние на это развитие. Общий характер науки в течение всего этого периода определялся стеснявшими ее феодальными условиями, а не желанным иным общественным положением, которое еще не настало.

Рассматриваемые в части III периоды охватывают происхождение, рост, расцвет и упадок феодальной экономики в Северной Европе и странах Средиземноморья, а также параллельные, но своеобразные события в Азии, чей вклад в мировую культуру в это время был наибольшим. Эти периоды легко разделяются на две весьма неравные части. Сначала, в главе 5, рассматривается переходный период, охватывающий около 700 лет, 450—1150 годы, характернейшей чертой которого в Европе было сохранение остатков классической техники и науки и их дальнейшее развитие в Сирии, Египте, Персии и Китае, происходившее под прямым или косвенным влиянием эллинской культуры. Плоды этого развития были к концу данного периода восприняты *мусульманской* культурой, которая во время короткого, но блестящего расцвета одновременно и передавала достижения науки другим народам и служила стимулом нового прогресса науки.

Второй период, рассматриваемый в главе 6 (1150—1440), присущ только Европе. В области науки он начинается с воздействия мусульманского варианта эллинской науки на феодальное общество, приведшее к блестящему, но не нашедшему поддержки движению средневековой схоластики. Этот период характеризуется также медленным, но постепенно ускоряющимся движением прогресса техники и научных интересов в условиях возрастающей неустойчивости *феодализма*. Этот прогресс сам по себе и своим экономическим последствиям подготовил путь для следующей общественной формации—*капитализма*, в условиях которого, как будет показано в части IV, возникла *современная* наука.

НАУКА В ПЕРИОД ПЕРЕХОДА К ФЕОДАЛИЗМУ

5.1. РАЗВИТИЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ ПОСЛЕ ПАДЕНИЯ РИМСКОЙ ИМПЕРИИ

Наше традиционное образование настолько сосредоточено на истории Римской империи, в особенности ее западной части, что мы склонны думать, будто с III по IX век имел место общий упадок цивилизации. В действительности же произошло лишь то, что в большинстве наиболее искусственно и в последнюю очередь цивилизованных частей античного мира—в Британии, Франции, Рейнской области, Испании и Италии—система правления класса богатых рабовладельцев, римлян и провинциалов пала и была постепенно заменена опирающимся на значительно более широкую основу, хотя и раздробленным феодальным строем. Нашествие варваров, сопровождавшее это изменение, явилось результатом, а не причиной возникновения данного строя.

Тем временем на остальной части Римской империи такие большие города, как Александрия, Антиохия и Константинополь, сохранились нетронутыми, с установившимся управлением, хотя и в значительно суженных пределах. Далеко за пределами Римской империи, на всей территории, которая со времен походов Александра попала в сферу влияния эллинизма, включая Персию, Индию и Среднюю Азию, цивилизация продолжала процветать и развиваться, но без жестких ограничений в области экономики, техники и науки, налагаемых позднеклассической культурой. Великие периоды империи Сассанидов в Персии (226—637), Гуптов (320—480) и Чалукьев (550—750) в Индии и менее известного Хорезмского царства в Средней Азии (400—600) приходятся именно на промежуток между V и IX веками, который мы называем «мрачными веками» (The Dark Ages), как будто из-за того, что нам сейчас мало известно о происходивших тогда лишь в частично цивилизованной Западной Европе событиях, густой мрак окутывал всю землю. А между тем Китай при династиях Вэй (386—549) и Тан (618—906) переживал период непревзойденного в то время экономического и культурного подъема^{3,4}.

По своей экономической и политической структуре все эти восточные государства не так далеко ушли от того типа цивилизаций начала бронзового века, который давно существовал на их территории, как это случилось с культурами эллинизированных и романизированных стран. Эти государства никогда не переживали сильной экономической и политической борьбы, вызываемой товаро-денежной экономикой и рабством, которая сначала создала, а затем разрушила классическую цивилизацию. В других отношениях их культуры значительно отличались друг от друга. В Персии все еще господствовала старая родовая знать, а простая религия Зороастра была возрождена как действующая сила династией реформаторов. В Индии к VI веку уже создалась сложная религиозная и кастовая система, развитие которой буддизм не смог задержать, в то время как Китай, где господствующее положение занимало высокообразованное поместное дворянство, шел по пути, начертанному Конфуцием, хотя культура этого государства все еще сохраняла многие черты примитивного родового общества^{2,22а}, что выражалось в культе поклонения предкам.

Хотя каждая культура развивалась на свой лад, в важнейших государствах в этот период отчасти благодаря развитию торговли было больше взаим-

ных связей, чем раньше. В результате образования широкого рынка, хотя и ограничивавшегося лишь предметами роскоши, усовершенствовались технические приемы, особенно в области ткачества, гончарного дела и обработки металла. Ткацкий станок для узорчатых тканей, ирригационные сооружения и, вероятно, многие важнейшие изобретения в области механики и мореплавания, которые знаменовали для Европы переход к средним векам, появились на Востоке именно в это время. Конечно, искусство процветало, о чем свидетельствуют экспонаты, бережно хранимые в наших музеях. Хотя эллинское искусство охотно воспринималось повсюду—вплоть до Индии и дальше,—его холодные идеальные формы были быстро преобразованы, получив новую чувственную жизнь.

Нам немного известно о состоянии науки за пределами Индии и Китая, но из того, как быстро затем расцвели под покровительством (хотя и не обязательно под воздействием) ислама Персия и Средняя Азия, мы можем заключить о том, насколько она была там развита. Влияние Греции особенно сказалось на математике, астрономии и медицине, но в новой среде наука смогла развиваться так, как она не могла больше развиваться в своей собственной стране. Все эти явления позднее сказались на общем прогрессе культуры, но сами по себе они не столь важны, как коренные изменения в экономике, которые им сопутствовали.

Упадок и крушение Римской империи знаменует определенную эпоху в истории всего человечества. В свои лучшие времена это было обширнейшее государство мира. Его военная и гражданская организация, а также торговля достигли таких размеров, которые были недостижимыми для человеческого общества в течение многих последующих веков. Ни одно государство, возникшее на его месте, не смогло сохранить подобную организацию в течение столь длительного времени и на столь обширной территории. Вне пределов Римской империи была лишь одна сравнимая с ней держава—Китай, но характер организации этого государства был весьма отличен от классического. Развалившаяся по изложенным уже причинам римская плутократическая рабовладельческая экономика почти повсюду оставила семена новой децентрализованной экономической и политической системы.

Наряду с известным сходством имеется и большое различие между непосредственными последствиями краха Римской империи и древней цивилизации бронзового века, существовавшей два тысячелетия тому назад (стр. 86). В обоих случаях возрождающаяся жизнь начиналась с более низкого технического уровня, но во втором случае относительный экономический упадок был даже более глубоким, по крайней мере в Европе. С другой стороны, как мы увидим, здесь было сохранено гораздо больше знаний и достижений культуры. Как и в первом случае, в средние века погибло все, связанное с массовыми работами, а также коммуникация, торговля с отдаленными странами, оросительные системы. Пришедшая на смену Римской империи новая экономическая формация, однако, резко отличалась от городов-государств с их хорошо развитой демократией и оживленной торговлей, чем характеризовалось начало железного века.

Переход к феодализму

Несмотря на то, что в Восточно-Римской империи продолжали существовать города, экономика нового строя была повсюду, по существу, аграрной,—ее ячейками являлись поместье, вилла или менор, обрабатываемые крепостными (а не рабами, являющимися чьей-либо собственностью), которые прикреплялись к данному участку с правом на известное вознаграждение за свои тяжелые повинности. Поместья принадлежали либо потомкам старой городской плутократии, как это имело место главным образом в Восточно-Римской империи, либо вождям варварских племен, как то было на территориях, занятых германцами или арабами. Экономика сельских местностей была,

по существу феодальной как на землях Востока, где владельцы сначала в большинстве своем жили в городах, так и на Западе с его более скудными коммуникациями, где владельцы жили в своих поместьях.

В большинстве случаев крестьяне—*колоны*, крепостные—*райя* оставались владельцами земли и сельскохозяйственных орудий, но были обязаны отдавать сеньору часть своих продуктов или часть своего труда в форме ренты, налогов или барщины. На Западе земледелие вернулось к натуральному хозяйству, но велось оно теперь на более высоком техническом уровне, чем при железном веке. На Востоке всегда оставался излишек продуктов для торговли. Разумеется, переход к феодализму осуществился не сразу; он занял несколько столетий и в разных странах протекал с разной скоростью. Еще до того как феодализм исчерпал все свои возможности в центре, он уже начал клониться к упадку. Феодализм не ограничивался также и пределами древней Греции или Римской империи. Как господствующая экономическая форма общественного устройства, он распространялся в Европе и Азии по мере освоения годных для возделывания новых земель.

5.2. ЭПОХА ВЕРЫ

Условия феодального производства свели спрос на использование науки до минимума. Спрос этот не возрастал до тех пор, пока во время позднего средневековья торговля и мореплавание не создали новых потребностей. Духовные усилия были в основном направлены на обслуживание совершенно новой черты цивилизации—*организованных религиозных вероисповеданий*.

В первых веках н. э. не только христианство появилось как организованное религиозное вероисповедание, имеющее господствующую политическую и социальную власть. Это было всемирным явлением, весьма сходным в совершенно различных районах, что свидетельствует о наличии повсеместной потребности в таких верованиях и о возможности их развития. Между III и VII веками н. э. мы видим рост могущества и влияния христианства, магометанства, а также буддизма в Китае и Юго-Восточной Азии. Правда, буддизм в Индии и зороастризм в Персии были основаны как религии около семи столетий до этого времени, но именно в данный период определились их доктрины и организовалось их духовенство. Именно в этот период даже самая неорганизованная и столь многогранная религия, как индуизм, сменившая в Индии буддизм, вновь упрочилась и привела в систему свои священные книги.

Может показаться, будто тогда впервые в истории человечества появилась потребность в религиях, основанных на твердой системе верований со всеми средствами их поддержания. Ключ к объяснению этого дают нам некоторые отличительные особенности организованных религий, которые в той или иной степени обнаруживаются во всех или почти во всех религиях. Для этих религий характерна иерархия, регламентация обрядов и, как критерий и объединяющее начало,—догма, включающая веру в такое устройство вселенной, которое описывается в священных книгах. К тому же есть второстепенные черты организованных религий, которые более разнообразны: появление религиозных фанатиков—либо одиночек, вроде отшельников, странников, йогингов, либо организованных, вроде монахов, лам или дервишей; они юродствуют, нищенствуют, проповедуют или от случая к случаю работают. Некоторые из этих черт возникли гораздо раньше самих организованных религий и действительно обнаруживаются в наиболее примитивных обществах, но в условиях развитой городской жизни они приобрели новые особенности. Отшельничество и монашество представляют религиозную сторону бегства от угнетающих греховных городов в период их упадка, а светская сторона этого явления—это изымание богатств из городов и перемещение их в монастырских поместьях, чтобы обойти имперских сборщиков налогов^{3,1а}.

Главной чертой новых организованных религий является социальная целостность церкви и догмы, которая ее определяет и ею навязывается. Эта целостность заключается в общих обрядах и общих философских убеждениях. Тот факт, что все эти религии, по выражению Магомета, являются «нациями книги», показывает, что они предполагают известную степень грамотности среди якобы ограниченных классов. А то обстоятельство, что обряды и церемонии церкви распространяются на всех людей, показывает в то же время стремление духовенства обеспечить всемирное, или всеобщее (catholic)*, согласие. Действительно, новые религии, выйдя из стадии революционного формирования, по существу превратились в стабилизирующие организации. Они стремились—иногда неосознанно, а иногда и сознательно—сделать приемлемым данный общественный строй, показывая, что он является неотъемлемой частью неизменной вселенной (стр. 544). В то же время введение богов, мифов и видений загробной жизни отвлекает внимание и обеспечивает воздаяние на небесах за несправедливости этого мира.

Раннее христианство

Эти черты особенно явственно проступают в раннем христианстве. Знание его истории имеет исключительное значение для понимания развития науки, ибо именно в рамках христианства, за исключением короткого периода мусульманского господства, созрела современная наука. Христианство было порождено страданиями простого народа Римской империи, жаждавшего лучшей жизни. Не случайно оно впервые возникло у евреев—если и не самого угнетенного, то, во всяком случае, самого мятежного среди покоренных народов. Сам Иисус, как ожидаемый мессия, был принят за революционера и погиб смертью революционера. Первые христианские общины возникли у ессеев или создавались по образцу есеевских^{3.36}. Они образовали замкнутые, экономически независимые коммунистические группы евреев, отвергших как компромисс с богатством и чужеземными обычаями, в который были вовлечены первоначально революционные маккавеи (стр. 94), так и сектантскую узость фарисеев, обращавших внимание главным образом на обряды.

Такая связь с еврейской демократической традицией и особенно отрицание любого компромисса с сильными мира сего обеспечили раннему христианству поддержку народа, лишь усиливавшуюся официальными преследованиями. Христианство усиленно вербовало себе сторонников в народных массах в первые два столетия н. э., как раз в то время, когда империя, как казалось богатым и образованным гражданам, была на вершине славы и могущества. В это время правление римлян ложилось тяжелым бременем на низшие слои населения и рабов. Последним не на что было надеяться в этом мире и незачем страшиться его гибели от небесного огня. Христианство смогло получить гораздо более широкое распространение, чем иудаизм, потому что оно избавилось от его сектантской узости, сохранив в то же время его народность. Это было нечто значительно более величественное, чем похожая на нее другая мистическая религия—митраизм, который в то тревожное время переживал пору своего расцвета. Христианство создало всеобъемлющую организацию, которая, будучи внешне смиренной, была преисполнена твердой решимости не иметь никакого дела с греховной классической культурой угнетателей. Оно неизбежно превратилось в политическое движение, выражавшее на первых порах надежды и чаяния бесправных городских низов и национальное сопротивление восточных народов господствующему эллинизму высших классов.

Однако христианство недолго оставалось религией низших классов. Мало-помалу, по мере того как это учение воспринимало все больше и больше обра-

* Автор имеет в виду непереводимую на русский язык игру слов: английское слово «catholic» (греческого происхождения) означает христианскую религию (как правило, католическую, а иногда и кафолическую, то есть православную) и имеет также значение общераспространенности, всеобщности.—Прим. ред.

зованных прозелитов, в него проникли многие идеи классического мира. Некоторые были усвоены легче других, в частности учение Платона, а особенно его полухристианское ответвление—неоплатонизм, который оказался столь полезным при подчеркивании «потусторонности» религии. Два аспекта—народная революционная апокалиптическая сторона религии с ее идеями грядущего страшного суда и царства божия на земле и потусторонние спиритуалистические взгляды, гораздо более благосклонно встреченные господствующими классами,—сохраняются на протяжении всей истории христианства вплоть до наших дней^{2, 42а}.

Было бы, однако, неправильно теперь, хотя и простительно во времена Гиббона, порицать христианство за экономический или культурный упадок классической цивилизации. Причины этого упадка, как показано выше, были внутреннего порядка. Однако церковь, призванная в эпоху средневековья играть господствующую роль, в значительной степени определила характер культуры, которую она установила вместо античной. Церковь была единственным централизованным институтом позднеклассического мира, который пережил смутное время, наступившее после крушения Западно-Римской империи. Но задолго до того, как этот процесс был закончен, она вышла за старые границы империи, обратила в свою веру жителей многих стран Европы, от Ирландии до Кавказа, и широко распространилась в Азии. Культура и даже литература в небывалой со времен древнего Египта степени замыкалась в кругу духовенства. Церковь наряду с отправлением культа выполняла административные функции, ведала воспитанием юношества, а в период раннего средневековья монополизировала также юриспруденцию и медицину.

Организация церкви

То обстоятельство, что церковь пережила империю, далеко не случайно: ее политическая и экономическая основа была гораздо более прочной. Зародившись фактически как революционное движение, правда, ставившее потусторонние цели, но, тем не менее, открыто враждебное светской власти, она очень скоро в целях самозащиты создала замкнутую организацию, отчасти экономического характера. На первых порах эта организация при посредстве своих старейшин—*presbuteroi*, священников и их помощников—*diaconoï*, дьяконов поддерживала личный контакт с каждым христианином и могла рассчитывать на его поддержку, о чем официальная власть не могла и мечтать.

Позднее, во II веке, когда количество местных церквей значительно возросло, появилась необходимость в более сложной организации с верховным управлением, чтобы споры по вопросам догматов и личные распри не раскололи ее на бесчисленное множество обособленных групп. Так была создана параллельная государству организация, часто использующая те же, что и государство, термины, такие, как *ecclesia*—*eclise*—церковь, *basilica*—королевский дворец и *deocese*—епархия. Надзиратели—*episcopoï* (епископы)—были посвящены в духовный сан, и позднее те из них, кто имел наибольший вес и влияние, стали великими *патриархами*—Иерусалимским, Римским, Константинопольским, Александрийским и Антиохийским. Прошли столетия, прежде чем римский епископ стал претендовать на верховенство в качестве святого отца, папы, наместника бога на земле, первосвященника и главного строителя моста, некогда только через Тибр, а теперь между небом и землей^{3, 1а}.

К III веку христианская церковь, хотя еще и объединявшая лишь меньшинство населения, стала могущественнейшей, широкоразветвленной и влиятельной политической организацией в империи. Жесточайшим преследованиям не удалось сломить ее. К IV веку стало ясно, что единственное средство спасти империю—это официально признать христианство и обратить его в государственную религию; и Константин сделал этот решающий шаг в 312 году н. э., задолго до того, как он сам принял христианство.

Конец язычества

Как только церковь стала могущественной, располагающей в то же время средствами оказания покровительства и имеющей возможность подвергать наказаниям, язычники, по крайней мере в городах, были вскоре обращены в новую веру. Во всяком случае, они слабо сопротивлялись. Поклонение олимпийским богам к этому времени утратило свой ревностный характер и продолжалось лишь по традиции, в подражание господствующему классу. Что касается философии, то в самом христианстве можно было обнаружить почти любую школу. Церковь нетерпимо относилась лишь к такой философии, которая была независима от христианского откровения. Однако обычно она не подавляла ее открыто. Убийство женщины-математика Гипатии было совершено не в политических целях, а из-за фанатизма монахов. Более типичным явлением для конца классической науки было закрытие в 529 году н. э. великим христианским императором Юстинианом афинских философских школ. Последним профессорам было разрешено отправиться в Джундишапур, в новый университет персидского царя Хосрова (стр. 156). Новая среда оказалась слишком чуждой для них, и царь отослал их назад с условием, что им не будет причинено никакого вреда.

Более знаменательным событием, оказавшим влияние на будущее, было обращение в христианство философа, известного в наше время под именем Иоанна Филопона (530 год н. э.), произошедшее примерно тогда же. Обращение было искренним, впоследствии он присоединился к своего рода христианской партии действия в Александрии под названием «Филопены», или «любители беспокойств» («trouble lovers»), члены которой в основном были заняты борьбой против языческих профессоров и время от времени нападали на последние храмы египетских богов». В конце концов он зашел слишком далеко и впал в ересь гипертринитариев. В своем отрицании языческой философии Филопон имел смелость отвергать даже Аристотелеву теорию движения и создал свою «теорию импульсов», которая позднее, получив известную поддержку у арабов и схоластов (стр. 179), привела к созданию Галилеем современной теории динамики (стр. 232).

5.3. ДОГМА И НАУКА

Торжество христианства имело своим следствием то, что с IV века на Западе и до появления ислама на Востоке вся интеллектуальная жизнь, включая науку, неизбежно была подчинена христианской догме и все больше и больше замыкалась в кругу духовенства. Между IV и VII веками история мысли на территории гбнущей Римской империи есть история христианской мысли.

Во времена раннего христианства представление о науке и знании ассоциировалось с ненавистными языческими высшими классами, и на них смотрели с подозрением. Но такое отношение к ним продолжалось недолго. Человеческая миссия Иисуса едва ли могла удовлетворить церковь, раз последняя претендовала на господство в области культуры. Как доказывает откровение св. Иоанна с его культом божественного слова платонизм мистического логоса уже оказывал воздействие на самые основы христианского вероучения; и действительно, в более слабой форме это видно уже из послания св. Павла^{2.42a}

Ортодоксия и ересь

Отцы церкви, в особенности Ориген (ок. 185—253), школьный товарищ Плотина, основателя неоплатонизма, приступили к введению наиболее полезных положений античной философии в христианские догмы. Многое бессознательно было воспринято уже раньше. Тем не менее задача была довольно трудной, отчасти из-за весьма противоречивой философии, лежащей в основе Ветхого завета (стр. 94). Это неизбежно привело к дискуссиям, в которых

каждая сторона претендовала на ортодоксальность и обвиняла другую в ереси. Великие споры и ереси IV и V веков, как-то: арианство, несторианство и ересь монофизитов, расколовшие восточное христианство, происходили в большинстве своем из-за расхождения в истолковании неоплатонических идей о природе души и ее отношении к тленному и нетленному.

Эти споры номинально разрешались на епископских соборах, представлявших основную форму демократии в церкви, но обычно решения выносились в пользу стороны, которая смогла добиться поддержки императора. Великая арианская ересь IV века о природе божества была разрешена именно таким образом на Никейском соборе в 325 году. На нем Афанасий установил свой непримиримый догмат о единосущности Троицы. Тем не менее эта победа над противниками догмата не была еще решительной и полной, сторонники догмы окончательно восторжествовали лишь через два столетия, когда Юстиниан нанес поражение принявшим арианство германским племенам.

К V веку св. Августином (354—430) был выработан компромисс между верой и философией. Августин добился нечто вроде слияния библейской традиции и платонизма с сильным налетом предопределения, усвоенного из знакомого ему манихейства (стр. 158), которое отныне определило дух и направление христианского учения и особенно позднейшего пуританизма. Оно включало основную идею Зороастра о космическом конфликте между добром и злом (Ормузд и Ариман) с сопутствующими ему представлениями о дьяволе и аде. Компромисс Августина просуществовал недолго; ересь следовала за ересью, и все средневековье прошло под знаком борьбы с ними (стр. 175), пока не восторжествовала реформация.

Все философии, на которых основывалась теология, несмотря на спорность их положений, могли быть легко усвоены мистической религией, а опытные науки для этого были не пригодны. Во-первых, они были просто не нужны для спасения души, во-вторых, будучи зависимыми от чувств, они уже одним этим фактом умаляли ценность откровения. Преодоление такого отношения к науке потребовало много столетий и было достигнуто при экономических и социальных условиях, сильно отличающихся от тех, которые существовали во времена упадка Римской империи.

Во всех этих дискуссиях по вопросам веры естествознание приносилось в жертву. Классическая философия, особенно на закате своего существования, была довольно нелепой. Ветхий и Новый заветы никогда не предназначались для объяснения природы. Они содержат мифическое и философское истолкование событий всех времен, начиная с самого древнего Вавилонского царства, и потому им присуща внутренняя противоречивость^{2.42a}. Попытка согласовать философию со священным писанием является бессмысленной и роковым образом сказывается на непредубежденном понимании природы. Вера и разум не могут быть примирены без того, чтобы не истолковать аллегорически одно и не исказить другое, в любом случае обескураживая честного мыслителя.

В наше время принято восхвалять церковь за то, что она сохранила для нас античную науку. Как будет показано ниже, наука выжила скорее всего благодаря своим успехам в обращении с реальным миром в тех вопросах, где вера терпела неудачу. Она сохранилась вопреки, а не благодаря многовековым усилиям подчинить ее отжившим и противоречивым верованиям. Как мы увидим, во всех случаях, вплоть до дискуссии по поводу эволюционной теории Дарвина (стр. 371), решение той или иной проблемы задерживалось на долгие годы из-за того, что выводы нельзя было примирить с книгой «Бытия». Утверждая это, мы ни в коем случае не собираемся порицать церковь или священнослужителей, которые в свое время руководствовались благими намерениями в соответствии со своими воззрениями, но осуждаем только тех, которые в наши дни должны были бы иметь большие познания. Если вплоть до эпохи Возрождения прогресс науки в христианском мире был слиш-

ком медленным, то причиной этого в основном была не церковь, а экономические условия, которые надолго сделали ее врагом просвещения. В условиях феодализма быстрее наука прогрессировать не могла.

5.4. РЕАКЦИЯ НА ЭЛЛИНИЗМ

Наука в Сирии и Египте

За арианской ересью последовало много других. Но две из них, а именно несторианская и ересь монофизитов, особо важны, ибо они дали решающий толчок национальному антиэллинскому движению в Египте и Сирии, содействовали распространению науки по всей Азии и подготовили почву для торжества ислама. Поскольку христианство стало официальной религией империи, скрытые национальные или местные движения за независимость были вынуждены сплотиться вокруг ересей. Что представляли эти ереси сами по себе, не столь важно. В 428 году н. э. монах Несторий, родом из Сирии, выдвинул положение, что св. Марию не следует называть Богородицей, поскольку она была матерью лишь человеческой, а не божественной природы Иисуса. Несторий был предан анафеме Эфесским собором (431), и тысячи разделявших его взгляды сирийцев—священники, монахи и миряне—подверглись гонениям. Сирийцы-еретики, поддерживая Нестория, тем самым оказывали открытое неповиновение ненавистному византийскому правительству и утверждали свое пробуждавшееся национальное самосознание в борьбе против греческих чиновников и высшего класса. Будучи не в силах сопротивляться жестоким преследованиям в самой империи, многие несториане переселились в Персию, где в то время процветали науки и искусства, пользовавшиеся покровительством Сасанидской династии. Несмотря на то, что в Персии государственной религией являлось учение Зороастра, они были благосклонно приняты благодаря их познаниям в медицине и астрономии и приближены к царскому двору в Джундишапуре, где они основали знаменитую обсерваторию. Монахи-несториане расселились по всей Персии, вплоть до границ Китая, обращая в свою веру жителей и основывая церкви.

Шестнадцать лет спустя Евтихий Александрийский (378—454), стараясь не впасть в несторианство, зашел так далеко, что стал отстаивать тождество человеческой и божественной природы Христа. В результате имперского давления эта единоприродная—монофизитская—ересь была осуждена Халкидонским собором (451). Тем не менее решения собора не были приняты египетским духовенством, а также многими приверженцами этой ереси в Сирии и Малой Азии. Христиане в Египте и Абиссинии остаются монофизитами до настоящего времени.

В результате гонений монофизиты бежали в Персию, где у них возникли споры с несторианами. Они тоже отряхнули прах эллинизма со своих ног и создали для богословия науку на сирийском языке. Это повлекло за собой перевод на сирийский язык большинства сочинений греческих философов и знаменовало начало первого независимого национального ответвления греческой науки^{3, 27}. Эти события совпали с расцветом сирийской экономики, и сирийские купцы, счастливые соперники греков, вели торговлю по всему бассейну Средиземноморья до Британии, а также на больших пространствах Азии.

Расцвет индийской культуры

В течение 500 лет, следовавших за крушением Рима, центр научной жизни переместился на восток от Евфрата. V, VI и VII века были веками значительного культурного прогресса не только в Персии и Сирии, но также и в Индии. При покровительстве могущественных династий Чалукьев и Растракутов возрожденный индуизм пришел на смену отжившему буддизму, о чем свидетельствуют величественные храмы в Элефанте и Элуре. В Индии происхо-

дило также имевшее величайшее значение для всего мира новое развитие науки, особенно математики и астрономии, связанное с именами двух ученых Ариабхаты и Вирахамихиры в V веке и Брамагупты в VII. Основой для нее служила эллинская наука с некоторыми заимствованиями непосредственно из Вавилона^{2,35} и, вероятно, также из Китая.

Индийские цифры. Нуль

Примерно в то же время в Индии добились громадного успеха: была изобретена усовершенствованная цифровая система с определенным порядком цифр и нулем—наши современные так называемые арабские цифры, которые сделали счет доступным даже ребенку. Знаменательно, что первое упоминание о них на Западе встречается в 662 году у Севера Себокта, монофизитского епископа в Сирии. Другой сириец, Иов из Эдессы (ок. 800 года), в чрезвычайно вычурном стиле, после сравнения девяти пальцев с девятью хорами ангелов (стр. 182), объяснял причину круглости нуля в таких выражениях:

«Движение при счете завершается своего рода кругом. Вот почему древние избрели в качестве первого знака для этого числа 10 (пустой) промежутка между указательным и большим пальцами, образующих нечто кругообразное. В самом деле, когда числа достигают десятичного положения, они останавливаются, а затем поворачивают назад и бесконечно накапливаются».

В этот период элементы эллинской культуры, включая как науку, так и искусство, проникли с буддизмом в Китай и даже в Японию. Там они смешались с продолжающей развиваться древней китайской культурой, чей вклад в общее развитие техники и науки будет сделан позднее (стр. 184 и далее).

Византийская культура

Взятые в совокупности VI и VII века, далекие от того, чтобы быть самыми мрачными из «мрачных веков», были периодом развивающейся мировой цивилизации, когда греческое наследие всюду порождало новые красоты и новые мысли. С оговорками это справедливо даже для продолжавшей существовать и к тому времени ставшей почти исключительно греческой Восточно-Римской империи со столицей Константинополем. Там при таких императорах, как Юстиниан (ок. 482—565), происходило замечательное возрождение искусств и техники, что наглядно доказывает мозаика и архитектура храма св. Софии. Но хотя традиция греческой философии и науки и сохранилась в византийской культуре, она весьма слабо развивалась. Виной тому был отчасти обскурантизм духовенства—по его настоянию Юстиниан закрыл афинские философские школы, но главная причина заключалась в том, что греческая традиция на своей родной почве была мертва. Она еще почиталась, но не волновала и была далека от современной жизни с ее быстротечными событиями, такими, как соперничество монахов, дворцовые интриги и состязания колесниц на ипподроме.

Передача классической культуры

Упадок классической цивилизации, подобно упадку древних приречных цивилизаций, имевшему место два тысячелетия тому назад, отнюдь не означал катастрофу науки. Новая цивилизация, постепенно заменившая классическую, избежала некоторых ограничений, которые приостановили было прогресс, столь обнадеживающе начавшийся на заре античности. Эти два переходных периода имеют, однако, весьма важное различие. В то время как между культурой ранних цивилизаций и культурой греческой было мало сознательной преемственности и никакого чувства родства или пиетета, между классической культурой и культурой сирийской, мусульманской, средневековой, а тем более культурой европейского Возрождения была преемственность, основанная на письменных памятниках и сильном чувстве того, что они являются наследниками древних. Эта преемственность никогда не терялась; на протяжении всего средневековья как мусульманин, так и христианин имели доступ к про-

изведениям многих крупных мыслителей классических времен. Эти произведения, как и многие другие, стали доступны гораздо более широкому кругу в эпоху Возрождения благодаря изобретению книгопечатания.

Было бы, однако, ошибкой, понятной в эпоху Возрождения, но непростительной в наше время, предполагать, что все свелось к простому возврату к прерванной в своем развитии классической культуре или даже к усвоению ее наивысших достижений. Произошло нечто иное и гораздо более важное. Цивилизациям, воспринявшим наследие античной науки, выпала тяжелая задача воспрепятствовать тому, чтобы она не удушила их. Как мы видели в предыдущей главе, развитие классической науки затухало даже на Востоке. Тем не менее в сочинениях античных авторов заключалась бездна знаний, открывавшаяся каждому, кто пожелал бы и мог прочесть их. Сирийцы и арабы, а после них средневековые схоласты и гуманисты эпохи Возрождения должны были шаг за шагом исследовать эти знания вплоть до их греческих первоисточников, не поддаваясь, насколько это было в их силах, искушению принять то, чего они не понимали, лишь в качестве священного и таинственного знания древних. То, что они смогли все же усвоить и переработать эти знания, объясняется высокой степенью развития их собственной культуры. Самое открытие произведений античных авторов было в гораздо большей степени следствием, чем причиной бурного развития умственной деятельности, что было столь характерно для молодой мусульманской науки IX века, средневековой—XII и науки эпохи Возрождения XV века.

Этот прогресс происходил тем легче, что на каждой стадии новое знание по сравнению со старым охватывало все большую область. Классическая культура последнего периода была ограниченной как в социальном, так и в географическом отношении. Социально она стала почти исключительно достоянием высших классов и вследствие этого была абстрактной и книжной, так как застарелый интеллектуальный снобизм отгородил образованную прослойку населения от огромного богатства практических знаний, заключенных в опыте почти необразованных ремесленников. Одним из величайших завоеваний нового движения, достигшего своей вершины в эпоху Возрождения, было то, что оно подняло значение ремесел и разрушило барьеры между ними и образованными людьми.

В течение длительного времени область распространения классической культуры ограничивалась странами Средиземноморья и Ближнего Востока. Самая их целостность являлась препятствием для проникновения в эти страны технических изобретений и идей из древних культур Индии и Китая. Крушение Римской империи открыло возможность для более широкого обмена идеями и для влияния одной культуры на другую.

5.5. МУХАММЕД (МАГОМЕТ) И ВОЗВЫШЕНИЕ ИСЛАМА

К этим факторам, оказавшим влияние на эмансипацию науки, вскоре присоединился еще один—внезапное появление и быстрое распространение новой мировой религии. Языковые, религиозные и государственные барьеры, вплоть до VII столетия ограничивавшие каждую культуру ее собственной областью, были вдруг сметены почти со всей территории античных цивилизаций от Инда до Атлантики. Возникновение ислама хотя и определялось в своих частностях характером Мухаммеда, отнюдь не являлось ни необъяснимым, ни даже совершенно исключительным явлением. Упадок могущества Римской империи не задел ее престижа, который надолго пережил ее; не поколебал он также и авторитета народной христианской религии, постепенно восторжествовавшей в империи и оказавшей значительно большее влияние по сравнению с влиянием собственно церкви и ее вероучения. Тем не менее в отличие от Северной Европы, не знавшей иной культуры и испытывавшей на себе более мягкое правление римлян, народы, жившие на восточных окраинах империи, сопро-

тивлялись принятию христианства, которое в их глазах отождествлялось с чужеземным, враждебным или угнетающим правительством. В то же время ни официально принятое в Персии в качестве государственной религии учение Зороастры, ни туземные боги арабских и африканских племен не могли соперничать с логически стройным и эмоциональным учением христианства. Была подготовлена почва для образования новых синтетических пророческих религий, опирающихся на народ и включающих те элементы христианства, которые могли быть легко восприняты без подчинения христианской церкви или принятия ее доктрины.

Первая из этих попыток, предпринятая в III веке Мани, имела длительный, хотя и ограниченный успех. Мани объявил себя третьим и последним пророком после Зороастры и Христа, проповедуя, что на него возложена миссия вечного спасения *предопределенных избранников* и утешения в этой жизни служивших им верующих. Около 276 года Мани погиб смертью мученика, а его последователи в Персии подвергались преследованиям; однако их влияние распространилось на Востоке до границ Китая, а на Западе—до Прованса. Некоторые положения их учения, в частности вера в предопределение, проникнув в христианство благодаря блаженному Августину, самому выдающемуся последователю манихейства, были впоследствии восприняты кальвинизмом (стр. 209).

Миссия Мухаммеда, зародившись среди сильных и стремящихся к экспансии арабских племен, которым противостояли ослабленные и распадавшиеся Византийская и Персидская империи в период между 622 и 632 годами, имела большие шансы на успех. С нею вряд ли мог справиться одиночка. Мухаммед упразднил прежних племенных богов и на их место поставил единого бога Аллаха. Ислам обращался ко всем людям как к братьям. Он отличался простыми, но строгими обрядами для каждого мусульманина и теологией, сведенной к чистому монотеизму, и это давало уверенность в достижении верующим действительного рая. Все это получало свое выражение в поэтической книге, Коране, который служил не только источником вдохновения, но и кодексом обрядов, морали и законов. Коран властвовал тогда и властвует поныне над чувствами бедняков и богачей.

В мусульманской религии нет ни церквей, ни священнослужителей. Нужно было лишь место сбора—мечеть (*Musjid-Mosque*) для общих молитв и чтецов корана—*имамов*, которые были одновременно и проповедниками и истолкователями законов. Ислам с самого начала был писаной религией. До сих пор Коран является священной книгой всех мусульман. Халиф был почитаемым наследником пророка, а вначале также и светским правителем. Однако сила этой религии заключалась не во власти, а в широко разветвленном сообществе правоверных. Политическая эволюция этого религиозного царства с самого начала воспроизводила эволюцию прежнего богатого и утопающего в роскоши римского или византийского двора, который раздирался интригами и все больше и больше попадал в зависимость от преторианской гвардии, состоявшей из иностранных, обычно турецких, рабов. Это привело в течение двух ближайших столетий к распаду мира ислама на все большее и большее количество феодальных княжеств, которые становились легкой добычей кочевников с огромных равнин и даже плохо организованных, но воинственных крестоносцев. Но, с другой стороны, религия ислама пустила глубокие корни в народе и потому сохранилась, несмотря ни на плохое управление, ни на завоевания. Как и христианство на Севере, ислам обратил в свою веру завоевателей и распространился на значительной части Азии и Африки, где он сохранил в целостности культуру хотя и не прогрессивную, но тем не менее устоявшую до нашего времени.

Возвышение ислама было внезапным. В течение пяти лет после смерти Мухаммеда в 632 году армии его последователей нанесли решающее поражение войскам как византийцев, так и персов. После этого на протяжении многих лет

не было силы, способной противостоять им. К VIII веку они расширили сферу своих завоеваний от Средней Азии до Испании. В их руках находились римские владения в Африке и Азии, за исключением Малой Азии, а также вся персидская держава, простиравшаяся на огромных территориях, захватившая Среднюю Азию вплоть до Индии. С этого времени на большей части огромного пространства установилась общая культура, религия и литературный язык. В течение нескольких веков существовали общее управление и свободная торговля. Даже долгое время после этого религия и паломничество обеспечивали ученым и поэтам право свободного прохода из Марокко в Китай.

Возрождение у арабов

Быстрый успех движения ислама послужил серьезным стимулом развития культуры и науки. Арабам не была чужда цивилизация. У них были свои города, и они выполняли важную функцию в организации торговли, которую раньше вела Римская империя на Востоке. Легкость, с какой арабы покоряли государства, показала, что вся их деятельность сводилась к заимствованию городской цивилизации Средиземноморского бассейна с действительного согласия жителей. К этому времени немногие из жителей изъявляли свою готовность сражаться за правительство империи, которое то и дело облагало их тяжелыми налогами для содержания государственного аппарата, становившегося все менее действенным. То обстоятельство, что христианство теперь было официальной религией, больше препятствовало, чем способствовало сопротивлению населения в азиатских и африканских провинциях империи. Основную массу населения составляли еретики, которые подвергались меньшим преследованиям со стороны арабского халифата, чем христианского императора.

Обеспечив получение доходов с магнатов и сановников, арабы вовсе не были склонны вмешиваться во внутренние дела. Вся административная деятельность Омейядского халифата в Дамаске осуществлялась греческими чиновниками на греческом языке. Следовательно, не существовало особой экономической системы, присущей только исламу. Это было городское хозяйство позднеклассического периода с военным управлением, предназначенным исключительно для арабов. Впоследствии это управление, как и в Риме, переходило в руки любого удачливого авантюриста. Отсутствие притока рабов не уничтожило рабства, а их стали использовать лишь на домашних работах. Там, где рабы использовались большими партиями, происходили массовые восстания. Восстание под руководством негра Заньиса с серных рудников, расположенных в Персидском заливе, оказалось таким же грозным, как для своего времени восстание Спартака в Риме. Землю обрабатывали райи, которые были обложены тяжелыми налогами и по своему положению почти не отличались от рабов. Они также довольно часто поднимали восстания. Одно из таких восстаний, начатое под руководством коммуниста Кармацианса, продолжалось свыше ста лет.

По мере оживления торговли возросла роль купцов, которые приобрели большее значение, чем в позднеклассическую эпоху. В самом деле, сплоченность мусульманских стран в значительной степени содействовала развитию торговли, приведя к восстановлению области, которая была потеряна в тревогах последних лет существования Римской империи, и к одновременному расширению и децентрализации ее. На всей огромной территории, завоеванной мусульманами, от Кордовы до Бухары, не было ни одного подобного Риму центра, к которому тяготела бы экономика новообразованной империи. Мекка всегда была лишь религиозным, а не политическим, экономическим или культурным центром. Вместо централизации новый уклад жизни развивался не только в таких древних городах, как Александрия, Антиохия или Дамаск, но и в других местах, где по этому образцу возникали новые феодальные города, в частности великие новые столицы Каир, Багдад и Кордова. Все

эти города имели между собой постоянную связь, и различные товары создавали основу как для торговли, так и для технических усовершенствований.

Кроме того, мусульманские города не изолировались от остальных городов восточного мира, как это было с городами Римской империи. Ислам стал средоточием азиатского и европейского знания. Вследствие этого здесь влился в общий поток ряд новых изобретений, совершенно неизвестных и недоступных греческой и римской технологии. К ним относились изделия из стали, шелк, бумага, фарфор. В свою очередь это создавало основу для дальнейших успехов, побудивших Запад к великой революции в науке и технике XVII и XVIII веков.

Возрождение классической науки

Интеллектуальная жизнь тоже не замирала. Религия ислама уже вначале, а не впоследствии оказывала не такое сковывающее влияние на человеческую мысль, как христианство. Ко времени ее возникновения язычество и философия для веры были уже не опасны. После бурного столетия, прошедшего в завоеваниях, даже вожди ислама тянулись к мудрости древних греков и воспринимали их культуру, поскольку это не противоречило Корану.

Это воздействие чужеземных влияний совпало с падением династии Омейядов из Дамаска и приходом к власти в 749 году Аббасидов, которые хотя и не являлись персами, но зависели от поддержки персов и освободили традиционное образование и науку этого древнего культурного народа. Образованные персы, евреи, греки, сирийцы и многие ученые из дальних стран встречались в новой столице—Багдаде. Именно здесь и в Джундишапуре начали переводить на арабский язык сочинения греческих ученых^{3, 27}. Переводы делались или непосредственно с греческого, или чаще всего с сирийского языка. Эта работа с самого начала субсидировалась халифами и знатью. Халиф аль-Мамун даже основал канцелярию переводов (Дар эль Хикма), откуда вышло большинство сочинений Аристотеля и Птолемея, переведенных на арабский язык видными учеными Хунаином Ибн Ишааком и Табитом Ибн Куррой. Последние перевели также много персидских и индийских книг, но, поскольку эти книги в дальнейшем не были переведены на латинский язык, они остались неизвестными Западу.

Почти все переведенные книги относились к области науки и философии, и это понятно, поскольку арабы не проявляли особого интереса к греческой истории. Что касается греческой драмы и поэзии, то они сравнительно немного могли дать народу, который сам обладал богатейшим источником легенд и красочной поэзии. В основном благодаря именно такой направленности интересов случилось то, что, когда знания арабов в свою очередь были заимствованы Западом, они вначале ограничивались естествознанием и философией. Гуманитарные науки в большинстве своем открыты вновь непосредственно у греческих и латинских авторов только в эпоху Возрождения. То, что естественные и гуманитарные науки влились в современную культуру по различным путям, является важным фактором в развитии науки. Это значительно содействовало созданию барьера между естественными и гуманитарными науками, который удержался до настоящего времени.

5.6. НАУКА ИСЛАМА

Трудно определить истинную цену самостоятельного вклада арабских ученых в сокровищницу знаний. Разумеется, знания греков были вызваны к жизни снова, но переданы они были в измененном виде. В действительности они подверглись такому же процессу, который испытала ученость древнего Востока у греков, хотя в последнем случае синтез был гораздо более непосредственным и признанным. Ввиду того что древние легенды греков не вызывали у ученых ислама никаких эмоциональных ассоциаций, эти ученые подходили

к античному наследию более критически, чем сами греки. При чтении научных трудов арабских ученых поражает рационализм их рассуждений, который связан с современной наукой. С другой стороны, мусульман в той же степени, если не больше, привлекала мистическая сторона классической философии позднего периода, в частности неоплатонизм, который первоначально они не могли отличать от учения Аристотеля из-за того, что в его сочинения были включены такие подделки, как «Теология Аристотеля» и «Секрет секретов». Эта мистическая путаница перешла от арабов к средневековым схоластам. Другое зло, преследовавшее не только арабскую, но и средневековую науку, состояло в преувеличенном почтении, воздаваемом трудам греков, особенно Платона и Аристотеля. Слияние магии чисел Платона с иерархией качеств Аристотеля породило чудовищную бессмыслицу, от которой наука арабов никогда не могла избавиться. Интересно, однако, отметить, что, несмотря на наличие у арабов тех же двух великих мистификаций ранней науки—астрологии и алхимии, такие величайшие умы ислама, как аль-Кинди, Разес и Авиценна, открыто отвергали нелепые притязания этих лже-наук.

Общественное положение ученых на заре мусульманства, по существу, не отличалось от положения ученых позднеклассического периода. С воцарением династии Аббасидов наступил период времени между 754 и 861 годами, когда власть халифов аль-Мансура Гаруна аль-Рашида, аль-Мамуна и даже благочестивого Мутаваккиля оказывала науке покровительство в масштабах, непревзойденных с момента основания Александрийского музея. И халифы из династии Омейядов в Кордове (928—1031) и мелкие эмиры, которые унаследовали их престол в Испании и Марокко, проявляли о науке не меньшую заботу. Даже в эпоху упадка культуры арабов, такие честолюбивые правители, как Саладин, Махмуд Газни и Улуг Бек из Самарканда, гордились тем покровительством, которое они оказывали науке. Кроме того, такие богатые купцы и сановники, как персидская семья Бармекидов (750—803) и трое братьев Муза (ок. 850), покровительствовали ученым, а некоторые из них сами проявляли интерес к науке. Этим светским и торговым фоном наука ислама резко отличалась вместе с тем от христианской науки, которая носила почти исключительно религиозный характер. В этом отношении наука арабов в известной степени напоминала науку Возрождения. Именно такое покровительство двора и богатых меценатов дало возможность врачам и астрономам ислама ставить опыты и делать наблюдения. Пока покровительство продолжали оказывать, оно защищало ученых от гнева религиозных фанатиков, которые понимали, что вся эта премудрость так или иначе может поколебать веру в Аллаха.

Союз науки с царями, богатыми купцами и знатью был вначале источником ее силы, а в конечном счете стал источником ее слабости, поскольку с течением времени она оторвалась от народа, который считал, что ученые советники сильных мира сего ни к чему хорошему не приведут. Это делало ученых легкой добычей религиозного фанатизма. Пока города и торговля процветали, всегда существовала достаточно многочисленная образованная буржуазия, которая была заинтересована в науке и обеспечивала ей свободу и развитие. Но как только города и торговля стали приходить в упадок, ученые все больше и больше превращались в бродячих схоластов, находящихся в зависимости от изменчивой судьбы местных династий. Даже величайший из них—Ибн-Сина (Авиценна) никогда не находился в полной безопасности. Он служил у различных султанов в Персии и Средней Азии, иногда в качестве врача, иногда в должности визирия. В Хамадане, притворяясь больным, он сумел ускользнуть из рук мятежников, требовавших его головы. Последний из великих мусульманских мыслителей—Ибн-Хальдун (1332—1406) был вынужден бежать из Севильи и искать работу всюду, где только мог ее найти. В свое время ему пришлось вести переговоры с Педро Жестоким в Испании и Тамерланом в Сирии, которые предлагали поступить к ним на службу^{3. 24}.

Характер науки ислама

Ученые ислама в общем восприняли и систематизировали знания позднеклассического периода. У них не было большого желания совершенствовать их; еще меньше им хотелось подвергать их коренной переработке. Как выразился аль-Бируни (970—1048), «мы должны ограничиться тем, с чем имели дело древние, и совершенствовать то, что можно усовершенствовать»^{3,3,376}. Хотя ученые специализировались в различных областях науки, последняя, тем не менее, представляла единство, сцементированное философией. В науку входили такие парные дисциплины, как астрономия и медицина, объединенные более или менее признанной астрологией, которая служила связующим звеном между гигантским внешним миром, или вселенной (*макрокосмосом*), и малым внутренним миром человека (*микрокосмосом*). Философия как таковая была под подозрением. Примирить ее с Кораном было нелегко. Благочестивые мусульманские схоласты, конечно, делали такие попытки, но это вызывало недовольство приверженцев ортодоксальных взглядов. Предупреждением о тщетности такой попытки явилась книга аль-Газали (1058—1111) «Опровержение философов». Несмотря на остроумный ответ Ибн-Рошда (1126—1198), многозловобного Аверроэса, в его «Опровержении опровержений», предупреждение оставалось в силе и неизбежно имело своим следствием появление учения о двух истинах: высшей—духовной и низшей, постигаемой разумом, которое в конце концов повлекло за собой бесплодие науки в странах ислама, как это в свое время произошло у греков-христиан. Полная неудача попыток примирить науку с устойчивыми особенностями мусульманской религии была, очевидно, главной причиной увядания науки в последние века существования ислама, который в культурном и интеллектуальном отношении переживал застой.

В период наибольшего расцвета арабской науки в IX, X, XI веках эти факторы не проявлялись с такой силой. Можно действительно прийти к выводу, что некоторые, даже крупные ученые считали, что существование религии само собой разумеется и что ей не следует вмешиваться в область науки. В дальнейшем единство науки обеспечивалось традицией энциклопедизма, которая побуждала всех крупных и многих второстепенных мусульманских писателей составлять исчерпывающие трактаты, как, например, «Изложение астрономии» аль-Фергани (ум. ок. 850 года) и крупные собрания сочинений по медицине—«*Howei Liber Continens*» Разеса (865—925), «Канон» Авиценны и «Коллигет» Аверроэса, которыми в Европе XVII века все еще пользовались в качестве учебников.

Эта тяга к энциклопедизму представляла собой тоже большую ценность, поскольку широкое объединение научных знаний, полученных из других стран, обеспечивало арабской науке определенное преимущество над наукой классической эпохи. Арабы могли не только опираться на традицию в астрономии и математике стран Месопотамии, которая продолжалась непрерывно со времени Вавилонского царства, но также сознательно использовать древнюю мудрость Индии и, в меньшей степени, Китая.

Математика

Всеобщий интерес к астрономии, вызванный тем положением, которое она занимала в философских и астрологических построениях, повлек за собой возрождение интереса к математике, поскольку астрономия была почти единственной сферой применения математики и оказывала благотворное влияние как на изучение геометрии, так и на развитие анализа. В этой области арабские математики благодаря главным образом влиянию Вавилона и Индии достигли величайших успехов. Операции над числами, которые появились вместе с Диофантом и позже в математике у греков (стр. 127), получили свое дальнейшее развитие благодаря широкому применению индийской системы чисел, известной еще сирийцам, хотя ими и не употреблявшейся. Это изобретение оказало такое же влияние на арифметику, как открытие алфавита на письмо.

До этого арифметика, как только она выходила за пределы того, что может быть вычислено на пальцах или счетах, была тайной, понятной только самым образованным. Арабские же цифры сделали ее доступной любому грамотному человеку. Они демократизировали математику. Арабы также восприняли плоды трудов многих индийских математиков при исследовании методов оперирования с неизвестными величинами, что мы называем *алгеброй*. Это слово ведет свое происхождение от названия большого сочинения аль-Хорезми «Гизаб аль джабр валь Мухабала», или «Восстановление и сведение» как методы решения уравнений. Арабы также существенно развили другую отрасль, имеющую огромное значение как для астрономии, так и для топографических съемок,—*тригонометрию*.

Астрономия

В *астрономии* арабы продолжали греческую традицию, принимая без критики или радикальных изменений теории Птолемея (стр. 128), основной труд которого «Великое построение» (*Medeale syntaxis*) они перевели на арабский язык под названием «Альмагест». Если они и не внесли чего-то нового в теорию, то зато продолжали непрекращающиеся астрономические наблюдения, начатые еще древними. В частности, обсерватории Харрана—города халдейцев, поклонявшихся звездам, продолжали функционировать еще при династии Аббасидов. Ученых-астрономов спасало от вмешательства ислама всеобщее представление, что они—сабеняне-книжники. Если бы в осуществлении наблюдений произошел перерыв, астрономы Возрождения не имели бы в своем распоряжении результатов 900-летних наблюдений, проведенных до них, и решающие открытия, на которых основана современная наука, были бы ими сделаны позже или вовсе не сделаны.

География

Для мусульманских ученых география оставалась тем, чем она была для греков,—особой областью астрономии. Тем не менее, достигнув в теории небольшого успеха, арабские ученые в практической области оказались способными приумножить знания греков до такой степени, что ими были заложены основы современной географии Азии и Северной Африки. Они обладали таким познанием благодаря широким пространствам арабского мира и его децентрализации (ученых можно было встретить от Фецца до Самарканда), а также продолжительным путешествиям, которые предпринимали купцы и паломники в Мекку. Купцы проникали далеко за пределы стран ислама. Такие образованные путешественники, как аль-Масуди (900—957), часто посещали Россию и Среднюю Азию, исколесили всю Индию и Китай. Многие из них оставили хорошие и достоверные описания своих путешествий, выгодно отличавшиеся от легендарных и фантастических сочинений европейских географов. В своей замечательной книге «Индия», блестящем изложении, непревзойденном вплоть до XVIII века, аль-Бируни дал описание не только ее природы, но также социального строя, религиозных верований и научных достижений индийцев. География не ограничивалась только описанием отдельных стран и местностей, занимаясь также и измерениями. По приказанию халифа аль-Мамуна (833) были составлены две отдельные системы измерения градусов широты, что было повторено лишь в XVI веке Фернелем во Франции (стр. 221). Были изготовлены карты и таблицы; в мореплавании получили применение астрономические приборы.

Исламская медицина

Медицина, как и астрономия, была прямым продолжением медицины греков. Однако арабы дополнили ее знанием новых болезней и лекарств, что стало возможным благодаря широкому географическому распространению ислама. Не только исламские, но также и еврейские врачи изучали большое количество

болезней; они занимались и проблемами влияния климата, гигиены, питания, не пренебрегая в то же время практическим искусством приготовления пищи. Поскольку они обслуживали правителей и богатых купцов, их престиж стоял высоко, и столь же высоким был их интеллектуальный уровень. Крупные исламские врачи, такие, как Разес и Авиценна, неизбежно были людьми с широкой эрудицией; их знания охватывали и астрономию, которая находила применение в астрологических целях, и ботанику, и химию, без которых нельзя было обойтись при собирании и изготовлении лекарств. То обстоятельство, что все мусульманские ученые были врачами, и к тому же врачами-практиками, оказывало важное, хотя и в недостаточной степени осознанное влияние на их научные и философские воззрения.

Оптика

Одной из весьма развитых отраслей медицины явилось изучение глазных болезней, что объясняется, повидимому, тем, что они были широко распространены в пустынях и тропических странах. Хирургические глазные операции увеличивали интерес к строению глаза. Это дало арабским врачам реальное представление о диоптрике, то есть преломлении световых лучей при переходе из одной прозрачной среды в другую, и привело к возникновению современной *оптики*. Изучение хрусталика глаза натолкнуло на мысль об использовании изготовленных из хрусталя или стекла *линз* для увеличения изображения и чтения, что было особенно важно для стариков. Приспособление, позволяющее закрепить такие линзы в оправе и впоследствии приведшее к созданию современных очков, возникло позднее. «Оптика» Ибн-аль-Хайтама (ок. 1038) была в этой области первым серьезным научным исследованием, на котором основывалась вся средневековая оптика (стр. 180). Правда, в этот труд вносили исправления и дополнения, но в общем он оставался лучшим руководством вплоть до XVII века. Создание линзы является первой попыткой расширить сенсорный аппарат человека, подобно тому как механика увеличила его моторную способность. Линза стала прототипом телескопа, микроскопа, фотообъектива и других оптических приборов позднейшего времени. Если бы арабские врачи создали только оптику и ничего больше, то и в этом случае они внесли бы важнейший вклад в науку.

Возникновение научной химии

Однако именно в области химии мусульманские врачи, парфюмеры и металлурги внесли свой величайший вклад в общий прогресс науки. Своим успехом в этой области они обязаны главным образом тому, что в значительной степени были свободны от классовых предрассудков, которые побуждали образованных греков сторониться ремесла. Их научные трактаты свидетельствуют о непосредственном знакомстве с техникой лабораторных исследований при обращении с лекарствами, солями и драгоценными металлами. Арабы не были первыми химиками. Они работали на основе традиций и практики, глубоко укоренившихся в цивилизациях Египта и Вавилона и только немного рационализированных греками. Они также оказались в состоянии в некоторой степени, в какой—сейчас трудно установить, черпать широкие познания по химии у индийцев и китайцев^{3,4}. В отличие от астрономии и механики химия зависит от многочисленных опытов с большим количеством веществ и процессов. Она может стать наукой только в том случае, если результаты опытов будут обобщены, если на основе этих обобщений будет создана всеохватывающая теория, содержащая общие принципы. Именно этим и занимались арабы, что оправдывает их притязания на роль основателей химии.

Дистиллятор, без которого немислим прогресс в области химии, был открыт уже раньше в его первоначальном виде—перегонного куба (стр. 131), но арабские химики значительно усовершенствовали его применив в широких масштабах для *перегонки* спирта^{2,19} (рис.5). Если бы Кораном не было за-

прещено употребление вина, арабы добились бы следующего решающего успеха и занялись бы перегонкой алкоголя, но это они, повидимому, оставили христианам. Дело не ограничивалось только тем, как это было во времена античности, что новейшие достижения технической мысли, к которым относится и дистиллятор, находили применение в разных ремеслах. Они проходили проверку и обсуждались наиболее способными учеными и философами. Благодаря этому впервые в истории сделался возможным рациональный подход к изучению химических превращений.

Однако вследствие их объективно большой сложности такого подхода нельзя было достичь при помощи того простого анализа, который был вполне достаточным для механики или астрономии.

Вместо этого химические идеи возникали из применявшегося в то время метода мышления посредством аналогии, являвшегося по существу своему биологическим или социологическим. Химии внутренне присуща некая двойственность (которая, как мы теперь это знаем, обусловлена недостатком или избытком электронов), примером чего могут служить металлы и неметаллы. Имеются основания для то-

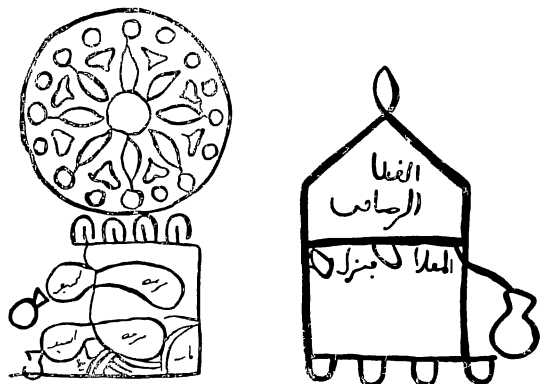


Рис. 5. Эскизы отдельного и составного перегонных кубов, соединенных с дефлегматором.

Схема в виде розы представляет план.
(Из «Космографии» аль-Димашки в книге E. Wiedemann, Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, XXIV, Erlangen, 1911.)

го, чтобы считать первыми, кто определил наличие такой двойственности, китайцев, которые уже в доисторические времена использовали красную киноварь в качестве магической замены для крови и разлагали ее на составные элементы — серу и ртуть. Отожествляя эти последние с всеобщими мужским и женским началами, Ян и Инь, которые сами имели тотемистическое происхождение, секта даоистов разработала систему алхимии, весьма вероятно породившую сначала индийскую, а затем арабскую алхимию. Первоначально алхимия была не столько методом изготовления золота, сколько эликсиром жизни.

Арабы подхватили эту ртутно-серную теорию и развили ее дальше. Она должна была стать жемчужиной спагирической теории Парацельса (стр. 218), а через него — сначала флогистической, а затем и современной химии. Ранние документы были, повидимому, утеряны или, возможно, включены в псевдо-аристотелевское учение о сухих и сырых земных испарениях, использовавшееся для объяснения происхождения минералов. Подобные же идеи приписывались Джабиру (Геберу), который, как предполагается, преуспевал в VIII веке и был отцом химии арабов. Как бы там ни было, в работах величайшего из арабских врачей Аль-Рази (Разеса) можно, безусловно, найти пространный перечень химических процессов и веществ. Будущее химии по сути дела должно было зависеть от первых опытов массового производства на локализованных предприятиях химической промышленности в странах ислама таких товаров, как сода, квасцы, купорос (сульфат железа), селитра, и других солей, которые могли вывозиться и использоваться в текстильной промышленности всего мира ^{3.38; 5.4}.

Наследие арабской науки

В кратком очерке трудно воздать должное величине и удельному весу того вклада, который внесли мусульмане в науку. Несмотря на то что мусульманская наука — это прямое продолжение греческой науки, тем не менее они не просто возродили ее, но и расширили. Благодаря непрерывным усилиям в этой области

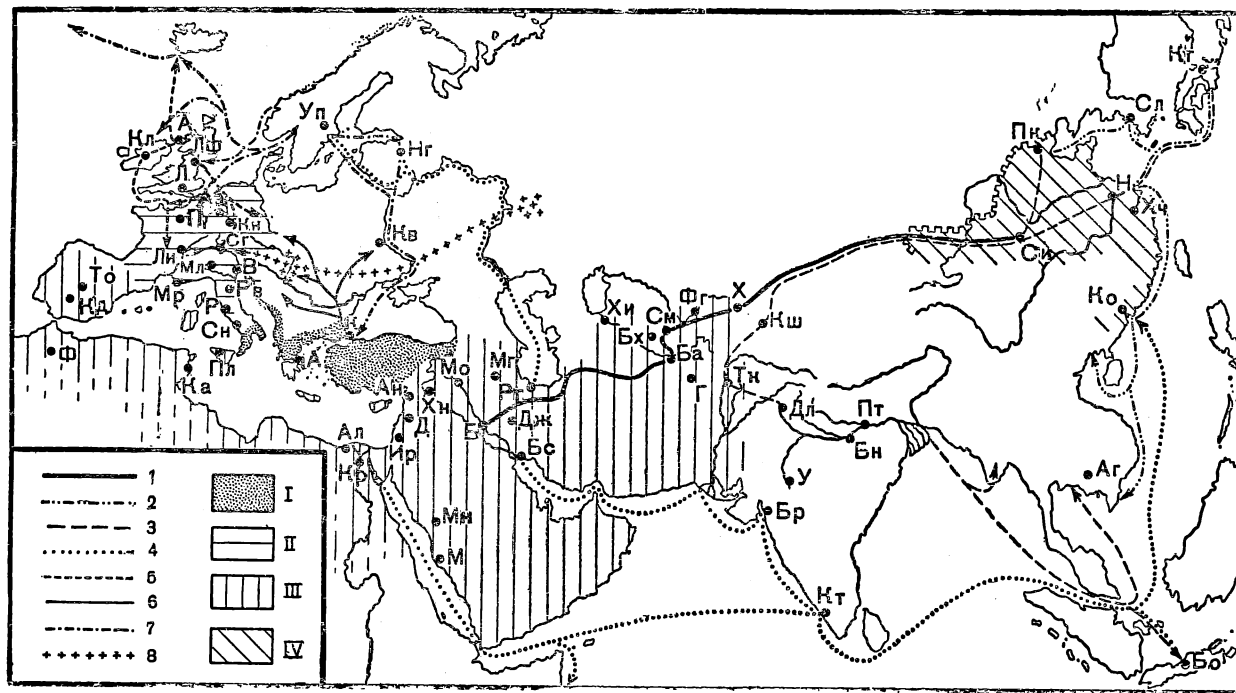
и поискам более древних и лучших авторитетов мусульманские ученые вывели греческую науку из состояния упадка, в котором она пребывала под властью Римской империи позднего периода. Они создали живую, развивающуюся науку, хотя она и не могла сравниться с умозаключениями ионийской философии или геометрическими идеями александрийской школы. Постоянно заимствуя опыт незлинских стран—Персии, Индии и Китая, эти ученые сумели расширить узкую основу греческой математики, астрономии и медицинской науки, заложить основы алгебры и тригонометрии, а также оптики. Решающих успехов мусульманская наука достигла в химии, или алхимии; в этой области ученые подвергли коренной переработке старые теории и внесли в нее новый опыт в целях создания новой науки с новыми традициями. Эти новые традиции обращали больше внимания на качественную сторону явлений и отличались мистическим характером, но именно по этой причине они в течение веков служили неоценимым противовесом чрезмерно рациональной и математической астрономической традиции греков.

5.7. УПАДОК КУЛЬТУРЫ ИСЛАМА

Хотя очевидного упадка науки еще не было, но после XI века стало ясно, что ее лучшие дни миновали. Правда, встречались еще блестящие ученые. Один из величайших ученых—Аверроэс жил в XII веке, а Ибн-Хальдун—даже в XIV веке, но они уже не представляют живого и широкого движения. Закат науки является лишь одним из симптомов общего экономического и политического упадка ислама. Причины этого коренятся в тормозящем воздействии социальных сил, вызвавших упадок классической культуры. То же самое неравенство в распределении богатства не могло в конечном счете не привести к экономическому краху как в странах ислама, так и в уцелевшей восточной части Римской империи. Завладев азиатскими провинциями империи, арабы унаследовали не только богатство, но и нерешенные социальные проблемы. Угнетение крестьян и ремесленников разрушало рынок для развивающейся промышленности. Это разрушение можно было отсрочить использованием значительных ресурсов, накопленных в Византийской империи, и открытием новых областей для торговой деятельности в России, Средней Азии и Африке.

В конце концов как Византия, так и империя ислама оказались не в состоянии поддерживать единую государственную организацию, необходимую для управления обширной территорией. К X веку они стали взрываться изнутри и делаться все более зависимыми—сначала в военном, а позже и в экономическом отношении—от усилий правителей более мелких государств, на которые они распались. К началу крестовых походов эти империи раздробились на множество феодальных государств, которые в военном отношении стояли ниже, а в культурном не отличались заметным превосходством по сравнению с Западом. Кроме того, феодальному строю на Востоке, как мы увидим, недоставало экономических ресурсов, а в области культуры—оптимизма, которым отличался новый феодализм Запада. Особенно ему недоставало той широты основы, которая была неразрывно связана на Западе с феодальной деревней и ее живыми традициями древнего племенного коллектива.

Крушение цивилизации ислама было ускорено нашествием из степных просторов новых полчищ варваров. Если бы экономика стран ислама процветала, то турки и монголы никогда не смогли бы к XIII веку опустошить эти страны и сделать бесплодной их культуру. Как бы там ни было, оросительное земледелие Месопотамии в значительной степени пришло в упадок в результате как плохого управления внутри страны, так и вторжений монголов, которые не давали возможности поддерживать эту систему в должном состоянии. То, что вторжение варваров само по себе является недостаточным объяснением упадка стран ислама, показывает одновременный упа-



Карта 2. Мир в переходный период к феодализму, 550—1150 годы н. э. (глава 5).

Эта карта выясняет соотношение различных центров цивилизации и приблизительные размеры империй к середине VIII века н. э. Влияние византийских и ирландских монастырей возникло раньше, в начале VIII века.

Набеги норманнов и венгров относятся к более позднему времени, к концу IX века.

Отмеченные города, в частности в Центральной Азии, представляют собой центры торговли и науки.

Условные обозначения:

I—Византийская империя; II—Империя франков; III—Арабский халифат; IV—Китайская империя.

1—торговый путь из Китая; 2—китайское влияние; 3—индийское влияние; 4—торговые пути арабов; 5—путешествия ирландских монахов; 6—византийское влияние; 7—набеги норманнов; 8—вторжение венгров.

А—Афины; Аа—Аахен; Аг—Ангкор; Ай—Айона; Ал—Александрия; Ан—Антиохия; Б—Багдад; Ба—Балх; Бн—Бенарес; Бо—Боробудур; Бр—Броч; Бс—Басра; Бх—Бухара; В—Венеция; Г—Газни; Д—Дамаск; Дж—Джундишапур; Дл—Дели; Ир—Иерусалим; К—Константинополь; Ка—Кайруан; Кв—Киев; Кд—Кордова; Кл—Клокмакнойз; Кн—Кельн; Ко—Кантон; Кт—Киото; Ку—Калькутта; Кш—Кашкар; Л—Лондон; Ли—Лион; Лф—Линдисфарн; М—Мекка; Мг—Мераге; Мл—Милан; Ми—Медина; Мо—Мосул; Мр—Марсель; Н—Нанкин; Нг—Новгород; П—Париж; Пл—Палермо; Пк—Пекин; Пт—Патна; Р—Рим; Рв—Равенна; Рт—Решт; Сг—Сан-Галлен; Си—Сиань; Сл—Сеул; См—Самарканд; Тк—Таксила; То—Толедо; У—Удждайн; Уп—Упсала; Ф—Фец; Фг—Фергана; Х—Хорезм; Хн—Харран; Хи—Хива; Хч—Ханчжоу.

док Египта и Северной Африки, куда монголы никогда не проникали, а также тот факт, что аналогичные вторжения в Индию и Китай—страны с гораздо более устойчивой экономикой—не оказали влияния на их хозяйство и почти не отразились на культуре.

Ислам выжил и продолжает существовать до настоящего времени в качестве религии и культуры, но ему никогда не обрести того стимула в развитии научной мысли, который был характерен для эпохи расцвета. Стабилизация в государствах монголов и турок, наступившая после падения империи арабов, носила такой характер, при котором наука, по существу, осталась замороженной на уровне XI столетия. Видимой причиной послужило возникновение религиозных раздоров, которые расхолаживающе действовали на науку и философию. Однако при наличии действительной потребности в науке эта причина сама по себе оказывала бы не большее влияние, чем она оказывала на нее в Европе в эпоху Возрождения. Поскольку на Востоке отпали прежние стимулы экономического развития, исчезли также и стимулы в интеллектуальной жизни. Эти побудительные причины могли бы потом снова возобновить свое действие, но к тому времени, когда стало ощущаться их влияние (например, в Индии при династии Моголов), их роль была сведена на нет развитием в Европе раннего капитализма с его превосходящими достижениями в области торговли и военного дела.

Однако плоды мусульманской науки не пропали даром, хотя их и не вкусили на той земле, на которой они были взращены. Передача мусульманской культурой всех инструментов науки, всех научных данных, опыта, теорий, методов новой развивающейся науке феодального хозяйства происходила еще в больших масштабах, чем в свое время передача знаний греков другим народам. Если бы эта книга была посвящена истории науки, а не истории ее влияния на общество, то было бы более логично дать изложение периода между VII и XIV веками в целом как одной главы интеллектуального развития, почти не обращая внимания на различия языков—сирийского, персидского, хинди, арабского или латинского, на которых были написаны книги. Различие между новой европейской наукой XVI века и наукой XIII века является гораздо более значительным, чем различие между арабской и латинской науками в XII веке. Как величие, так и ограниченность мусульманской и христианских наук в средние века обусловлены их связью с политическим и экономическим базисом феодализма, но об этом речь пойдет в следующей главе*.

* Перевод главы 5 сделан М. Н. Делограмматиком

СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА И ТЕХНИКА

6.1. РАННЕЕ СРЕДНЕВЕКОВЬЕ В ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЕ

В то время как восточные империи и мусульманский мир переживали период блестящего расцвета, большая часть Европы все еще страдала от хаоса, вызванного падением Римской империи и варварскими нашествиями. Между V и IX веками города всюду пришли в упадок. В Англии, где города были основаны пришельцами, они исчезли совершенно; в Италии, где они просуществовали 1000 лет, они сохранились, хотя и в полуразрушенном и заброшенном состоянии. Первые варварские правители—франки и готы на западе, славяне на востоке—поддерживали видимость системы империй, включая систему обширной торговли предметами роскоши и рабами. Классическая культура постепенно вымирала, оставив такие живые реликвии, как лебединая песнь Бозция. Новая христианская культура, сохранявшая священные писания и отрывки из латинской и греческой литературы, распространялась из таких отдаленных центров, как Айона^{3.1a} или Киев^{3.21a}. Только в Константинополе существовала обращенная в христианство империя, скорее греческая, чем римская, способная содержать себя и охранять классическое наследство.

Под тройным натиском норманнов, венгров и сарацинов западные королевства, несмотря на их объединение под короной Карла Великого, не в состоянии были сохранить государственную организацию по римскому образцу. Тем не менее они не были сокрушены и поднялись через несколько лет сильными, но раздробленными. Их успешное сопротивление основывалось на местной обороне и местном натуральном хозяйстве—феодальной системе. Стоило лишь феодальной системе прочно утвердиться—как это было после 1000 года,—как восстановление пошло быстро. Те самые факторы, которые задерживали вначале развитие Западной Европы—ее леса и трудные для обработки почвы,—ускорили ее прогресс, когда он начался. С X века и позднее начали сказываться внутренние экономические преимущества Европы. Эти преимущества были в основном сельскохозяйственными, основанными на том, что климат и почвы Западной Европы позволили обрабатывать земли без орошения, лишь только появилась возможность преодоления технических трудностей расчистки лесов и распашки трудных для обработки почв (стр. 186). С другой стороны, мусульманский Восток был в большей своей части безводным районом. Как и все такие районы, он был подвержен действию все усиливающейся эрозии почв, и положение стало катастрофическим, когда это действие соединилось с упадком государственной организации, которая одна лишь могла поддерживать систему ирригаций и сдерживать разрушительные последствия порочных методов земледелия.

Западная Европа не нуждалась в такой широкой организации; здесь необходимы были только местные, а не национальные усилия. Даже начав со стадии крайней дезорганизации, ее экономика могла восстанавливаться в одной деревне за другой. Медленно, но непреодолимо новая цивилизация, которая вскоре должна была превзойти своих предшественников, поднялась на прочной основе обильной, плодородной и хорошо обработанной земли. Тем не менее только западные и северные районы Европы могли в течение длительного времени использовать эти преимущества.¹ Отдаленность и особенно их леса спасли эти районы от последних вторжений азиатских пастушеских народов. В XIII веке татары разорили высокоразвитое в культурном отношении Киев-

ское государство. Этот византийский аналог франкской Священной Римской империи Карла Великого не был полностью уничтожен, но должен был быть воссоздан из своих ответвлений в северных лесах. Как результат этого, несколькими столетиями позже, чем на западе Европы, на сцене появляется Русское государство в виде Великой Московии. В XIV и XV веках та же судьба постигла юго-восточную Европу, когда южнославянские королевства и, наконец, сама Византия были разорены турками.

Мир средневекового христианства был таким образом весьма ограниченным. Становой хребет его проходил от Италии через восточную Францию до Англии; на востоке этот мир включал только Рейнскую область и Нидерланды, на западе—Гасконию и Каталонию. Даже в этом районе наиболее характерные достижения были все еще (территориально) ограничены, сосредоточиваясь в богатых, хорошо орошаемых сельскохозяйственных равнинах Фландрии, Нормандии, Шампани, Парижского бассейна и в южных графствах Англии. Именно на земле франков, на самой Иль-де-Франс, центром которой был Париж, прежде всех расцвели экономические формы феодализма, архитектура и интеллектуальные достижения средневековой схоластики. Другой важный центр культуры—Италия, особенно Ломбардия и Тоскана,—находился под слишком глубоким влиянием классического мира, чтобы сделать столь значительные вклады. Его очередь должна прийти в период позднего средневековья и Возрождения.

6.2. ФЕОДАЛЬНАЯ СИСТЕМА

Экономика целого периода с V по XVII век в отличие от предшествовавшей ей рабовладельческой экономики классического времени и сменившей ее экономики эпохи капитализма может быть названа феодальной (стр. 150). Тем не менее только в Европе XI—XIV веков *феодальная система* выступает в совершенно развитой, законченной форме, с ее политической и религиозной иерархиями и соответствующим искусством и знаниями ^{3,20}.

Экономической основой феодального строя было натуральное хозяйство. Ему была свойственна зависимость от местного сельскохозяйственного производства, в значительной степени потребляемого тут же на месте, и от распяленного ремесленного цехового производства. Экономической клеточкой феодального строя была *деревня*. Здесь несколько десятков мужчин и женщин, преимущественно родственников, распределяли между собой землю и труд, владея [всем имуществом] большей частью сообща. Они недалеко ушли в отношениях, а иногда даже в происхождении от старых клановых группировок. Они применяли простейший трехпольный севооборот, обычно в северных землях, с полями, разделенными на индивидуальные пахотные полосы лесами и пастбищами. Над крестьянами была поставлена иерархия сеньоров, светских или духовных, и их сюзеренов, епископов и королей, под номинальной властью императора и папы. Каждый лорд мог владеть одной или несколькими деревнями или землей в нескольких деревнях, где его крепостные обязаны были работать, чтобы содержать как его, так и самих себя. Именно эта феодальная зависимость, обязательность труда под принуждением или по обычаю, поддерживаемому силой, отличает феодальную эксплуатацию от системы наемного труда капитализма. Именно обложение этой повинностью крестьян, обладающих землей и обрабатывающих свою землю, отличает ее от системы рабского труда классического времени.

Теоретически феодальная зависимость не была целиком односторонней. Предполагалось, что в награду за работу своих крестьян лорд защищает их, но это скорее должно было пониматься как вымогательство. Ибо опасностью, против которой он должен был их защищать, были нападения других сеньоров. Все обязанности благородного сеньора состояли в том, чтобы сражаться за своего сюзерена, когда от него этого требовали, хотя он мог сражаться и против него, когда испытывал такое желание. В остальное время он мог пиро-

вать и охотиться. Все обязанности духовного сеньора состояли в том, чтобы молиться, но он обычно ухитрялся потреблять ради этого столько же пищи, сколько и его светский собрат. Высшее дворянство, светское и духовное, фактически должно было из-за отсутствия надлежащих средств подвоза продовольствия объезжать вместе со своими слугами поочередно все свои поместья, оставаясь в каждом из них до тех пор, пока оно могло прокормить их. Даже король не мог позволить себе долго жить в одном месте, а должен был разъезжать со своим двором, подобно цирку^{3.39}. Дворянство и духовенство феодальной системы, по существу, полностью жили за счет крестьян. Однако паразитизм этот был разумно организованным и совершенным. Управляющие имениями, светскими и духовными, хорошо усвоили, как выжимать последние соки из крепостных^{3.39}.

Тот факт, что было возможно без широкой торговли или организации содержать паразитический класс, насчитывавший вместе с его слугами до десяти процентов всего населения, говорит о том, что хозяйство феодальной деревни было далеко не примитивным. Хотя в своей общественной форме оно представляло собой возврат к доклассовому деревенскому хозяйству, это был возврат на более высоком техническом уровне с широко распространенным употреблением железа, лучших плугов, упряжи, ткацких станков и использованием таких экономящих труд механизмов, как мельница. Технические достижения классического времени, которые были сосредоточены в городах и там, где производство на обрабатываемых рабами плантациях вилл велось для выгоды плутократии, торговцев и землевладельцев, в феодальные времена широко распространились в сельской местности, повсюду давая местные излишки. Феодальная система была поэтому технически, так же как и в общественном отношении, значительно более прочной основой для дальнейшего прогресса, чем плутократия классических времен.

В то же время эта феодальная система была слишком раздроблена и ей слишком недоставало централизации, чтобы собственными силами быстро осуществить такой прогресс. Что она могла сделать и действительно сделала, особенно в период с XI по XIII век, так это распространиться на неводеланные и пустующие территории Европы. Это распространение земледелия представляло собой единственный способ развития феодальной экономики, при котором она могла оставаться сама собой. Оно развивалось в равной степени как дворянами, так и духовенством, жаждавшими расширить свои поместья и власть, а часто поддерживалось также и крепостными, потому что на новых землях они могли договариваться о лучших условиях. К концу XIII века эта экспансия зашла слишком далеко и привела к серьезному экономическому кризису, от которого феодализм уже никогда по-настоящему не оправился.

Тем временем, однако, в недрах феодальной системы росли другие экономические формы, основанные на торговле и городском производстве. Они должны были разрушить феодальную экономику путем слома ее натурального хозяйства; но сначала они могли быть приспособлены к феодальной системе, которая должна была просуществовать в Англии и Фландрии еще два столетия и еще дольше—в остальной части Европы. Феодальная экономика сама была в значительной степени продуктом дезорганизации, произведенной крушением классической экономики, а также вторжениями варваров и вызванным тем самым беспорядком. Стоило только обстановке упорядочиться и войнам стать простыми случайностями, как тенденции к формам организации, не столь непосредственно связанным с землей, вновь заявили о себе.

Средневековые города

Сначала в районе Средиземноморья—в Южной Италии, Провансе и Каталонии, где города меньше всего пострадали в период раннего средневековья, а затем в Рейнской области, Нидерландах и Ломбардии, где сельскохозяйственный излишек был наибольшим, города вновь начали расти^{3.31}. К XI веку

города в этих районах уже прочно утвердились; к XII веку они стали расти также в Северной Франции, Англии и в Германии к востоку от Рейна. По мере своего роста они пытались освободиться от ограничений церкви и феодальных институтов. В Германии и Италии, где центральная власть была слабее, чем в других странах, они стали, по существу, независимыми городами-государствами; во Франции и в Англии они оставались подчиненными королевской, хотя и не феодальной власти. Эти города жили обменом новых мануфактурных товаров, изготовленных в их стенах цехами ремесленников, на избыточные продукты феодального хозяйства. В городах жила вначале незначительная часть населения; даже в конце периода средневековья в странах с наиболее развитыми городами, таких, как Италия и Фландрия, она составляла, вероятно, не более пяти процентов. Тем не менее упрочение городов имело решающее значение, так как именно из них должен был в конечном счете прийти класс буржуазии (burgess), которому в свою очередь предстояло основать капитализм. Тот же процесс развития городов должен был обусловить сосредоточение в них новой, утилитарной науки, в корне отличной от науки древних.

На протяжении большей части средневековья, однако, города не играли этой революционной роли. После того как они получили необходимые для них свободы, они очень хорошо приспособились к сельской феодальной экономике. Эта экономика, однако, отнюдь не была устойчивой. В ее первой фазе, как уже указывалось, весь упор делался на установление и расширение феодального строя^{3,31}. После XIII века этот строй сам начал распадаться, и не только в Италии, где он был наименее прочным, но и в его центре—в Нидерландах, Англии и Северной Франции. Этот распад был в целом прогрессивным, а не реакционным явлением. Он ознаменовался ростом производства не только продовольствия, но и тканей, сопровождавшимся расслоением крестьянства, при котором, по крайней мере, более богатые из них освободились от феодальной повинности. Товарное производство заняло место потребительского хозяйства с вытекающим отсюда повышением значения городов и торговли. Таковы были условия, давшие дальнейший толчок техническим изменениям в производстве и транспорте, которые должны были повести к новой эпохе капитализма.

Однако стимул к техническим новшествам существовал уже с начала средневековья, в особенности в области лучшего использования земли и расширения применения машин. Именно здесь средневековые крестьяне и ремесленники могли извлечь выгоду из наследства классических технических приемов и тех дополнений к ним, которые были сделаны арабами. В значительной степени было утрачено искусство производства предметов роскоши и организации крупных городов. Без акведуков и бань можно было обойтись, но попрежнему существовала проблема строительства мельниц и кузниц. Сельское хозяйство и практические ремесла продолжали совершенствоваться, как мы увидим, путем заимствования с Востока и местных изобретений. Это движение приняло направление замены человеческого действия—механическим, человеческой силы—животной и гидроэнергией. Правда, все, что делали средневековые ремесленники, могли делать греки и римляне, но последним не хватало настоящей потребности сделать больше работы с меньшим числом людей.

В течение большей части средневековья ощущалась хроническая нехватка рабочей силы. Дело было не только в том, что не было больше бесплатной рабочей силы рабов, которая задерживала технический прогресс в классические времена. Причиной этого являлась также тяга к расширению обработки земли, проистекавшая из самой природы феодальной системы. Дворянам требовалось все больше и больше земли, но земля была бесполезна без крестьян, а их всегда недоставало, особенно во время уборки урожая. Конечно, можно было заставить крестьян работать с большим напряжением и отдавать сеньору большую долю продукции, но это не могло продолжаться бесконечно, о чем убедительно свидетельствовали крестьянские восстания. Отсюда поиски—сначала предприимчивыми феодальными сеньорами и духовными лицами, затем

богатыми купцами—альтернативных методов обогащения: с помощью мельниц, текстильных фабрик, шахт, внешней торговли. Технический прогресс шел замедленными темпами, так как он противоречил интересам дворян и цеховых мастеров; но совсем остановить его было невозможно, и его последствия должны были в конце концов подорвать устои феодальной системы и средневекового миропорядка, который был ее интеллектуальным выражением.

6.3. ЦЕРКОВЬ В СРЕДНИЕ ВЕКА

Экономическим базисом общества на протяжении всего средневековья была феодальная система, а церковь освящала его интеллектуальное и административное выражение. Именно единство и порядок церкви нейтрализовали анархические тенденции дворян и обеспечили для всего христианского мира общую основу для власти. Хотя в отдельных спорных вопросах часто возникали конфликты из-за власти между императором и папой, королем и епископом, каждая из сторон признавала необходимость другой для существования общества. Церковь не выступала против феодальной системы, будучи важной составной частью ее, и в самом деле, как должна была показать Реформация, одна не могла быть изменена без изменения этой системы.

В переходный период перед X веком церковь на Западе была больше всего озабочена одним только тем, чтобы сохранить достигнутый ею уровень культуры. В ней объединились силы древней цивилизации против следовавших одно за другим нашествий варваров, готов, вандалов, франков, саксов, лангобардов, которые, по мере того как они появлялись в пределах Римской империи, должны были быть обращены в христианство. Позднее усилия по обращению в христианство были распространены дальше, на древних скандинавов и венгров. Во всех случаях церковь устанавливала свое господство в первую очередь как наследник величия империи, взывая к честности варварских вождей и легковерию и любви к чуду их домочадцев. В этом процессе церковь сама неизбежно повергалась в состояние варварства; хотя она и держалась эффективной обрядности религии, ритуалов, облачений, реликвий и чудес, она потеряла значительную часть своего прежнего интеллектуального содержания. Если что и было спасено, так это усилиями ранних миссий, посланных в далекие Ирландию и Нортумбрию, где такие монахи, как Беда Достопочтенный (673—735) и Эригена (ок. 800—ок. 877), сохранили кое-что из классической учености и философии^{3.1a}.

Первым общим движением интеллектуального возрождения было движение Карла Великого, который, хотя сам и был неграмотным, ввел в IX веке дворцовые школы; но это движение было задержано новыми вторжениями скандинавов, венгров и сарацинов. Только в X веке одновременно с монашеской реформой, начавшейся в Клуни в Бургундии, церковь начала серьезно создавать организацию, которая могла бы контролировать жизнь и мысли всего христианского мира от короля до крепостного. Эта организация была сама феодальной и, по сути дела, вдвойне такой, так как не только вся иерархия светских церковников—папы, архиепископы, епископы, священники—были феодальными землевладельцами, но и черное духовенство—монахи—фактически на свой собственный страх и риск возделывали землю в своих аббатствах и явились авангардом феодальной экспансии.

На протяжении всего периода раннего средневековья, по крайней мере вплоть до начала XIII века, церковь даже в Италии практически имела в лице своих священников и монахов монополию на ученость и даже на грамотность. Феодальное управление осуществлялось церковью, о чем сегодня свидетельствует слово «clerk»*. Эта монополия должна была придать средневековой мысли какую-то степень единства, но в то же время серьезно ограничить ее

* «Clerk» (англ. ист.) в переводе на русский язык означает «духовное лицо» и одновременно клерк, или конторский служащий.—Прим. ред.

размах. Ни греческая, ни мусульманская мысль не были столь ограничены одним классом людей (стр. 162).

Проповедуемые средневековой церковью взгляды по отношению к мирским делам проявились в мрачные дни упадка Римской империи. Согласно этим взглядам, жизнь в этом мире—простое приготовление к вечной жизни в аду или на небесах; от этих взглядов по мере явного улучшения условий жизни постепенно отказывались, но они сохранились вплоть до эпохи Возрождения. На практике, однако, церковь проявляла острый интерес к делам этого мира и принимала самое активное участие в поддержании феодального порядка.

Появление монахов

Эта заинтересованность в сельской по самому существу своему экономике начиная с XII века поставила церковь в оппозицию к интересам мирского общества купцов и ремесленников новых городов. Они выражали свое недовольство в ересь, обычно манихейского или мистического толка, утверждавших, что человек может приблизиться к богу без посредства множества жадных и ведущих распущенный образ жизни духовных лиц. Такие ереси могли быть на время подавлены силой, как в великом крестовом походе против альбигойцев в 1209 году; но к середине XIII века было найдено более удовлетворительное решение. Церковь получила новое оружие в лице привилегированных нищих и проповедников—францисканских и доминиканских монахов, которые появились частично как выражение изменившихся условий, частично как реакция на них.

Св. Франциск из Ассизы (1182—1226) отразил в своей жизни и проповедях. бунт беднейших горожан против собственности и чрезмерного богатства. Его учение пользовалось популярностью, но опасной популярностью, и потребовалась вся дипломатия пап, чтобы предотвратить переход его в ересь и гражданскую борьбу. Подобные трудности встречаются еще и сегодня в отношении «духовных» францисканцев во Франции. Даже после того как сопротивление «духовных» францисканцев было сломлено в 1312 году, их учение продолжало распространяться через Оккама (ум. ок. 1349) и Уиклифа (ок. 1324—1384) и проложило путь для Реформации.

Монахи-проповедники братства св. Доминика были, напротив, откровенно реакционны с самого начала. Они, очевидно, стремились применить убеждение, чтобы воспрепятствовать распространению ересей. Горожане начинали мыслить, становились даже образованными, и потребовалось направить против них все влияние ортодоксального учения. Отсюда философские труды Альберта (1193—1280) и св. Фомы Аквинского (ок. 1227—1274); отсюда также их инстинктивная симпатия к Аристотелю, великому защитнику порядка. Насколько эффективно было это убеждение в сравнении с более грубыми усилиями крестовых походов и инквизиции, трудно сказать, но ересь подавлялась чуть ли не в течение 300 лет.

Тем не менее, несмотря на все усилия монахов, в течение двух последних столетий средневековья наблюдалось определенное ослабление церкви под влиянием поднимающихся городов и растущей силы королей, которые стали все в большей степени объединяться с городами для борьбы против поместного дворянства. Папство силой было переведено в Авиньон в 1309 году, и церковь была расколота между двумя или тремя папами с 1378 по 1418 год. Чтобы примирить этот раскол, вселенские соборы были облечены новыми полномочиями. Но даже они не сумели обеспечить порядок, и хотя они и смогли сжечь Яна Гуса в 1415 году, его последователи отказались им повиноваться и образовали независимое национальное государство в Богемии, существовавшее до 1526 года. Церковь, однако, была ослаблена только как организация; но она настолько сильно наложила свой отпечаток на научную общественную мысль, что диспуты в политике и науке в течение нескольких последующих веков должны были вестись главным образом с позиции религии.

6.4. СХОЛАСТЫ И УНИВЕРСИТЕТЫ

Возрождение западного христианства, начавшееся в X веке, требовало более широкой интеллектуальной основы, чем та, которая обуславливалась крохами, спасенными из классического учения, даже в тех случаях, когда они передавались такими способными мыслителями, как Беда и Эригена. Необходимо было обучить духовенство мыслить и писать: духовные и светские притязания церкви следовало доказать и отстоять. Сначала эта потребность была удовлетворена учреждением соборных школ, например в Шартре и Реймсе. К XII веку они выросли настолько, что смогли стать *университетами* с твердыми курсами обучения семи свободным искусствам, философии и, что наиболее важно, теологии. Основание или скорее признание первого и наиболее известного из них, Парижского университета, относится к 1160 году. Идея университета—*studium generale* (общее обучение.—*Перев.*), где все предметы могли изучаться вместе, была не совсем новой. В античные времена действовали школы в Афинах и Александрийский мусейон (музей); мусульмане в течение ряда веков уже имели свои школы при мечетях—медресе, в которых наряду с религией изучалась философия, и уже с XI века существовала медицинская школа в Салерно. Хотя новые средневековые университеты были скопированы со всех этих школ, их обучение носило более общий и систематический характер, и они рано заняли в мире христианства особое место как хранилища знания. Болонский университет был основан почти в одно время, если не раньше, с Парижским; Оксфордский, практически как филиал Парижского,—в 1167 году; Кембриджский—в 1209 году. Затем были основаны университеты в Падве—в 1222 году, Неаполе—в 1224, Саламанке—в 1227, Праге—в 1347, Кракове—в 1364, Вене—в 1367 и Сент-Эндрьюсе—в 1410 году.

С самого их основания и до сравнительно недавнего времени университеты были главным образом учреждениями по подготовке духовенства. Эта направленность не имела особого значения в такое время, когда духовенство монополизировало все профессии, требовавшие образования, и отвечало за все управление. Было важно, следовательно, чтобы духовенство было вообще образовано, и в частности, как-то усвоило идеи классического мира. Обучение велось с помощью лекций и диспутов, так как книги были редкостью. Таким же оставался метод обучения, когда были дополнительно созданы медицинские факультеты. Курс обучения составлялся на основе семи свободных искусств—чрезмерно упрощенного конспекта классического учения. Первые три «тривиальных»* предмета—грамматика, риторика и логика (точнее диалектика.—*Ред.*)—имели целью научить студента толково говорить и писать, конечно, по-латыни. Затем следовал «*quadriivium*» из арифметики, геометрии, астрономии и музыки. Только после этого можно было перейти к изучению философии и теологии. Важно отметить, что основное обучение было не только светским, но и научным; в этом оно было построено по мусульманскому образцу. Право и медицина преподавались на других факультетах, но ни история, ни литература не нашли себе места в университетах. Именно это упущение должно было вызвать в эпоху Возрождения реакцию гуманистов против всей схоластической системы (стр. 209).

Практически научного в этом обучении давалось очень мало^{3.2}. Арифметика представляла собой подсчет, геометрия—первые три книги Эвклида; астрономия едва ушла чуть дальше составления календаря и того, как вычислить дату пасхи; физика и музыка были весьма далеки от жизни и теоретичны. С миром природы или практическими ремеслами контакт был весьма невелик, так же как и интерес к нему, но, по крайней мере, любовь к знанию и интерес к спору поощрялись. В период позднего средневековья университеты, за таки-

* Игра слов: грамматика, риторика и диалектика назывались латинским словом «trivium», откуда и произошло слово «тривиальный». —*Прим. ред.*

ми небольшими исключениями, как Падуанский университет (стр. 169), стали стражами установившихся знаний и препятствиями на пути любого культурного прогресса, но в первое время своего существования они были центром интеллектуальной жизни Европы.

Влияние арабского и греческого знаний

Именно в этот мир ограниченной и жадной интеллектуальной деятельности была привнесена арабская ученость, а вместе с ней значительно более широкая струя классического знания, чем то, которое сохранилось на Западе. Начавшаяся с нескольких работ в XI веке, эта струя превратилась в могучий поток в XII веке, когда значительная часть арабских и греческих классиков была переведена на латинский язык, преимущественно с арабского^{3,2}, а некоторые работы—прямо с греческого языка. Большинство переводов было сделано в Испании, некоторая часть—в Сицилии. Крестовые походы имели на распространение культуры самое незначительное влияние. Эта передача культуры в корне отличалась от распространения культуры в ранние времена, исключая, быть может, обмен между индийской и мусульманской науками. Ибо здесь вместо перехода от старой, отмирающей традиции к новой, жизнеспособной культуре имела место передача плодов культуры, едва миновавшей пору своего полного расцвета. На первый взгляд могло бы показаться, что передача мыслей, выраженных на совершенно различных языках и пришедших от народов не только с чуждыми, но и с резко враждебными религиозными воззрениями, сопряжена с огромными трудностями. Эти препятствия, однако, оказываются поверхностными по сравнению с внутренним сходством культуры, переданной арабами, и той, которой уже обладали романские народы. Фактически они получали эллинистическую культуру, уже бывшую основой их собственной, только в большем объеме и из более близких к ее источнику рук. Обе основывались на платонической и неоплатонической мысли. Были незнакомы слова, но не мысли.

Мало того, сама мусульманская религия была поставлена перед лицом тех же интеллектуальных проблем—сотворенности вселенной, примирения веры с разумом, духовного внушения или вечного существования Корана, действительности мистического опыта, которые ставили в тупик христиан. Дунс Скот и Фома Аквинский должны были продолжить спор, уже начатый между аль-Газали и Аверроэсом (стр. 163). С позиции одной только науки было бы логичным рассматривать период с IX по XIV век как объединенное арабско-романское усилие примирить религию и философию и завершить классическую картину мира. Но это означало бы пренебрежение географическими и экономическими различиями, которые должны были обусловить решающее различие в последствиях этого предпринятия. В то время как в мусульманских странах был достигнут компромисс, делавший прогресс науки бесплодным, у христиан спор продолжался до тех пор, пока под влиянием экономических изменений греческая картина мира не была полностью разрушена и заменена другой.

Вера и разум

Уже в XI веке, до того как влияние арабского учения стало полностью ощущаться, центральной проблемой схоластических диспутов явилось создание основы для веры в разум или, более узко, для примирения священных писаний и сочинений духовных отцов с логикой греков. Сначала это казалось достаточно легким: св. Ансельм (1033—1109) доказал существование бога исходя из существования идеи о совершенстве. Труднее, однако, обстоит дело с деталями рациональной религии. Абельяр (1079—1142) в своем сочинении «Sic et Non» («Да и нет». — *Ред.*) представил значительное количество выдержек из произведений духовных отцов, выражающих противоположные мнения почти по каждому существенно важному вопросу. Вначале казалось, что обнаружение в XII веке важнейших работ Аристотеля должно было обеспечить удовлетвори-

тельное руководство для разрешения этих проблем. В действительности его легендарная репутация была более чем оправдана, когда стало возможным оценить масштабы его знаний и силу его логики. Более того, как мы видели (стр. 118), консервативные по самой своей сущности доктрины Аристотеля были первоначально созданы в соответствии с неподвижным, разделенным на классы обществом. Нужно было только внести в них некоторые изменения, чтобы приспособить скорее к христианской, феодальной, чем к языческой, рабовладельческой экономике.

Первые шаги были предприняты уже Аверроэсом (стр. 163), который на протяжении всего средневековья почитался как великий толкователь; однако он слишком уважал Аристотеля для того, чтобы его перевод мог быть легко приспособлен к христианскому откровению^{3.19; 3.35}. Эта задача была выполнена доминиканским монахом св. Фомой Аквинским. Выдающаяся работа Фомы Аквинского «Summa Theologiae» дает объяснение мира природы и человека как основы гораздо более важного дела божественного управления и человеческого спасения. Вся аргументация скомпонована в превосходную систему с высказываниями за и против каждого рассматриваемого пункта вместе с доводами, всегда ведущими к ортодоксальному решению. Вера всегда выше разума в том смысле, что есть вещи, которые один только разум никогда не мог бы постигнуть; но равным образом откровение и разум никогда не могут быть в конфликте. Поскольку ответы известны заранее, споры святых часто имеют вид специальной аргументации. Тем не менее они никогда не подвергались улучшениям и по сей день образуют основу католического учения.

Принимая во внимание ограниченность той эпохи, труд Фомы явился замечательным успехом систематизации и изобретательности, ибо это больше чем простое приспособление Аристотеля: в нем метод Аристотеля используется в применении к условиям феодального общества, с которыми греки никогда не могли сталкиваться. Тем не менее этот труд не знаменует никакого подлинного прогресса мысли, и брать его сегодня в качестве философской основы значит признавать интеллектуальное банкротство неотомистских сторонников реакции.

Св. Фома был действительно весьма талантлив. Он не только примирил отрывочные и часто противоречивые доктрины раннего христианства с разумом, но и использовал неоплатоническую подделку—«Небесную иерархию» так называемого Дионисия Ареопагита (которая, честно говоря, была принята как непререкаемая истина почти всеми средневековыми мыслителями)—в качестве главной основы для своего мирового порядка, являющегося соответственно столь же мало христианским, сколь и научным.

Некоторые современные историки, находящиеся под влиянием того факта, что современная наука выросла из средневековой схоластики, превозносили достоинства аргументации, позволявшей схоластам так делать. Но, во-первых, не схоласты создали современную науку, а такие люди, как Леонардо, Бэкон и Галилей, непримиримо отвергавшие их цели и методы (стр. 240 и далее). Затем история научной революции показывает, что устранение вековых наслоений нелепостей было самой трудной и утомительной задачей в создании науки. Когда мы подумаем, что потребовалась чуть ли не тысяча лет для того, чтобы создать то богатство идей, на которое, не будь этих препятствий, ушло бы, быть может, всего двести лет, мы меньше будем расположены благоволить перед теми, кто своими доктринами столь действительно задержал прогресс науки.

Оппозиция номиналистов

Труды Фомы были приняты в его время менее благосклонно, чем в значительно более поздние времена. Даже до проникновения арабского знания существовала оппозиция к применению крайне абстрактного метода аргументации, основывавшегося на *реальности* платоновских идей или субстанцио-

нальных форм Аристотеля. Доводы Росцеллина (ок. 1050—ок. 1122), одного из первых представителей *номинализма*—как течения, противопоставленного реализму,—были поддержаны вопреки учению св. Фомы францисканским монахом Дунсом Скотом (ок. 1266—1308). Утверждая важность индивидуального и доказывая, что вещи появились раньше их названий и идей, номиналисты в действительности с успехом опровергали всю рациональную теологическую систему. Это не привело их ни к скептицизму, так как они были одновременно хорошими христианами, ни, в большинстве случаев, к прямому изучению природы, но скорее, как это было с аль-Газали, к признанию слепой веры, поддерживаемой мистически и настолько недосыгаемсй, что человеческий разум не может надеяться познать ее. Тем не менее, поскольку им необходимо было спорить с реалистами, они должны были развивать свои рассуждения в критическом направлении и таким образом обеспечить доводы, которые должны были оказаться полезными при возрождении естествознания в позднейшие времена. Знаменитое положение Вильяма Оккама: «Сущностей не следует умножать без необходимости», или, точнее: «Не к чему делать с помощью большего то, что может быть сделано с помощью меньшего»,—послужило для устранения из научной теории массы нелепостей. Еще позже школа Буридана (ок. 1297—1358) и Орезма (1320—1382) в Париже использовала методы Оккама для критики Аристотелевского учения о движении и тем самым проложила путь для преобразования Галилеем динамики (стр. 232)^{3.1; 3.2}. В химии, где в течение длительного периода времени разум имел наименьшее влияние, алхимический подход также нашел поддержку со стороны мистиков. Раймунд Луллий (ок. 1235—1315) из Майорки, бывший главным начинателем введения в христианский мир суфийского мусульманского мистицизма, был или считался одним из основателей химического направления в науке, которое, как будет показано ниже (стр. 218), должно было через Парацельса и Ван-Гельмонта прийти к химии наших дней.

6.5. СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА

Это длинное теологическое, философское вступление к средневековой науке необходимо потому, что даже самые небольшие научные исследования того времени предпринимались почти исключительно для религиозных целей и представителями духовенства—священниками, монахами или членами какого-либо ордена. В этом отношении условия ее развития заметно отличаются от условий развития мусульманской науки, где мало кто из ученых имел религиозное призвание, а большинство руководствовалось откровенно утилитарными целями (стр. 162).

Мода, принятая рядом современных ученых, превозносить науку средневековья в ущерб науке Возрождения не выдерживает критики. Искжая факты, она особенно несправедлива в отношении средневекового духовенства и схоластов, приписывая им в заслугу то, чего они не делали, и затушевывая их действительный вклад в науку. Даже Роджер Бэкон (ок. 1235—1315) в своих раздраженных и извращающих правду обличениях современников—он называет великих св. Альберта и св. Фому «невежественными мальчишками»—никогда не подверг бы сомнению, что главной целью науки была поддержка откровения^{3.42}. Его единственным отличием от них было то, что он искал подтверждения своих положений в опыте, а не разуме. Средневековые ученые были вполне компетентны в научных рассуждениях, замыслах и выполнении опытов. Эти эксперименты были, однако, изолированными и, подобно арабским и греческим, продолжали оставаться в основном демонстрациями, не ведущими к каким-либо научным революциям. Какой бы похвалы ни заслуживала за свои достижения горсточка средневековых экспериментаторов, они фактически мало прибегали к использованию этих методов для исследования природы и еще меньше—для управления ею. У них не было стимула это

делать, но много доводов за то, чтобы не делать. Будучи духовными лицами, они имели множество других занятий: Герберт (ок. 930—1003), первый из западных ученых, стал папой; Роберт Гроссетест (ок. 1168—1253), наиболее талантливый из них, был епископом и президентом Оксфордского университета; св. Альберт Великий был архиепископом Доминиканского ордена, причем власть его распространялась на всю Германию; такую же должность занимал Дитрих из Фрейбурга (1300), лучший из экспериментаторов. Даже наиболее смелый мыслитель позднего средневековья Николай Кузанский (1401—1464) подпал под влияние папской пропаганды и стал епископом в Бриксене. Все, что они делали для науки, они делали в свободное время.

Исключения—Роджер Бэкон и таинственный Петр Пилигрим—подтверждают правило. Роджер Бэкон затратил крупное состояние на научные изыскания и, несмотря на папское благословение, был за свои труды заключен в тюрьму. Согласно его поклоннику Р. Бэкону, «Петр не заботится о речах и словесных битвах, но занимается мудрыми делами и находит мир в них» (стр. 184).

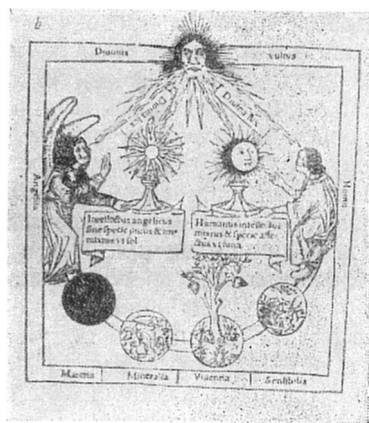
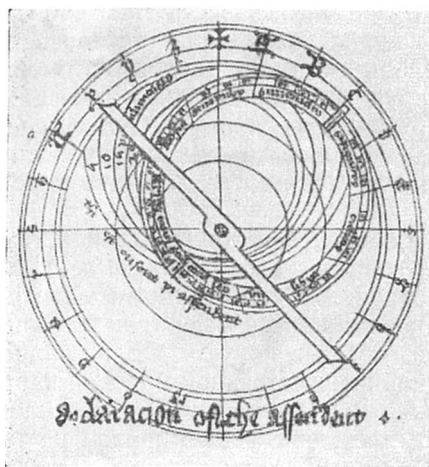
Весь итог средневековых достижений в естественных науках сводится к нескольким заметкам св. Альберта по естественной истории и минералам; трактату императора Фридриха II об охотничьих птицах; Петр Пилигрим был пионером в экспериментальном исследовании магнетизма, о котором он опубликовал одно короткое письмо о дополнениях к оптике Альгазена, сделанных Дитрихом из Фрейбурга и Витело, включая объяснение радуги, оставшееся неизменным до Ньютона, и о некоторых не очень оригинальных критических замечаниях Буридана и Орезма по теории движения Аристотеля^{3,2}. Основываясь на этом, теперь утверждают, что датой начала научной революции следует считать XIII век и что св. Альберт, несколько запоздало канонизированный в 1931 году, имеет право считаться святым покровителем науки.

Математика и астрономия

В математике и астрономии, несмотря на лучшее положение дел, в основном наблюдается та же картина. Леонардо Пизанский Фибоначчи (1202) ввел в христианском мире арабскую алгебру и индийское исчисление. Он сам был крупным математиком, но не создал школы, и математика не двинулась вперед сколько-нибудь значительно до времен эпохи Возрождения. В механике Джордано Неморарий (ум. ок. 1237) в довольно простом изложении теории рычага выдвинул принцип равенства работы, которую проделывает машина, с той, которая ей передается, но этот принцип не имел и не мог иметь воздействия на механику того времени, обусловленную тогдашним состоянием техники.

В астрономии «Альмагест» Птолемея был в 1175 году переведен Жераром из Кремоны с арабского языка. Изучение этого труда вместе с таблицами новейших астрономических наблюдений, составленными в XIII веке по приказу короля Альфонсо Мудрого на основе ранних арабских наблюдений, сделали возможным существование эллинистической астрономии в христианском мире. Здесь, так же как и в мусульманском мире, она использовалась главным образом для календарных и астрологических целей. Стоит отметить, что в наблюдательной астрономии, единственной науке, где необходимы точное наблюдение, вычисление и предсказание, преобладание мусульман сохранилось дольше, чем в любой другой отрасли науки. Ильханские таблицы Мараги (ок. 1260) и Улуг-Бека (1394—1449) были наилучшими вплоть до эпохи Возрождения. Средневековые астрономы, особенно школа Мертонского колледжа в XIV веке, оказались способными сделать некоторые частные улучшения в астрономических вычислениях^{3,216}. Они также сделали свои вклады в тригонометрию и конструкцию инструментов. Наиболее важный из них—распространение Леви бен Герсоном из Прованса (1288—1344) угломерной рейки, своего рода простейшего секстанта, который служил мореплавателям в их путешествиях в XV и XVI веках, приведших к открытиям новых земель. Интересно, что первой серьезной научной работой на английском языке была, повидимому, недавно

обнаруженная «Экваториальная планетная система»^{3.326}, механистический способ предсказания положения планет, описанный, хотя и не изобретенный Джеффри Чосером (ок. 1340—1400), чей «Трактат об астрологии», посвященный «маленькому Льюису, моему сыну», уже давно известен^{3.15}. Хотя представители оппозиции—школа Альберта Саксонского (ок. 1357), Орезм и, совершенно очевидно, Николай Кузанский—осмелились предположить, что именно Земля, а не небеса, совершает суточное круговращение, они сделали это с философских позиций и поэтому коренной пересмотр астрономии не был произведен.



Р и с. 6. Средневековая практика и теория.

a—астролябия, используемая: «Чтобы знать каждый час дня по свету солнца и каждый час ночи по неподвижным звездам...» (Из рукописи Чосера, воспроизведенной в «Ранней науке в Оксфорде», том 5.); *б*—великая цепь бытия. Божественный свет освещает как ангела, так и человека, которые связаны царствами бесформенной материи, минералов, растений и чувствующих веществ. (Из книги Бовилия «О разуме», 1510 год.)

Сами они не были астрономами, а профессиональные астрономы продолжали следовать за Птолемеем вплоть до XVII века и даже несколько позже.

Ограничения средневековой науки

Хотя вклад средневекового христианства в науку был, быть может, несправедливо забыт в прошлом, опасность сегодня состоит скорее в преувеличении его значения до такой степени, что это мешает нам разобраться в истории науки вообще. Примечателен тот факт, что как живая традиция этот вклад был плодотворным только в XII и XIII веках, и уже к началу XV века на его место приходит темный педантизм, который оправдывает и объясняет презрение ученых эпохи Возрождения к готскому варварству^{4.27}. Этот факт в сочетании с практическим тождеством предметов и методов схоластики и мусульманской науки приводит к выводу, что средневековая наука в целом должна рассматриваться скорее как конец, чем как начало интеллектуального движения. Она явилась конечной стадией византийско-сирийско-мусульманского приспособления эллинистической науки к условиям феодального общества. Она возникла как следствие падения старой классической экономики и должна была, в свою очередь, прийти в упадок и исчезнуть с падением сменившей ее феодальной экономики.

Несправедливо ожидать от такой науки большего, чем от нее требовалось в ее время. В равной мере как для христиан, так и для мусульман естествознание сыграло свою роль, правда не очень значительную, в разрешении великой задачи оправдания господствующего во вселенной божественного порядка, главные черты которого были даны откровением и поддержаны разумом, то

есть абстрактной логикой и философией. Роберт Гроссетест, средневековый схоласт, обладавший, вероятно, самым блестящим умом и имевший наибольшее влияние на развитие средневековой науки, рассматривал эту науку, по существу, как средство для иллюстрации теологических истин. Изучение света и проверка рефракции линз опытным путем были предприняты им потому, что он представлял себе свет как аналог божественного освещения (рис. 6) ^{3.16}.

Те же, кто в период средневековья думал иначе—а таких было мало,—или преследовались за ересь, или, в лучшем случае, игнорировались. Здесь снова ученик Гроссетеста, Роджер Бэкон, верный голос своего времени, призывавший науку служить человечеству и предсказывавший завоевание природы путем ее познания, показывает нам, как далеко мы ушли от средневековых взглядов. Хотя он и предсказывал появление моторных судов, автомобилей, аэропланов и алхимической науки, «которая учит, как открывать вещи, способные продлить человеческую жизнь», его интерес к науке был в основном теологическим. Для него научное знание—это лишь часть, наряду с откровением, совокупной мудрости, которую следует созерцать, ощущать и использовать на службу богу.

Первоочередной потребностью было обосновать истины христианства как указывающие подлинную *цель* человеческого существования на земле. Никакое мирское познание не шло ни в какое сравнение с познанием плана спасения, ключи от которого держала церковь с ее таинствами и традициями. Именно такие соображения побуждали средневековую мысль направить всякое знание и опыт на построение одной величественной мировой картины, содержащей в основном все, что было важно знать человеку. Эта энциклопедическая тенденция достигла своей вершины в средние века и притом не только в законченной логической схеме «Суммы» Фомы Аквинского, но и в других работах, содержащих более общие сведения, таких, как работы Бартоломео Англичанина (ок. 1230—1240) и Винченца де Бове (ум. ок. 1260), чье «*Speculum Majus*» («Большое зеркало») не имело себе равных по объему до французской «Энциклопедии» XVIII века (стр. 371).

Средневековая картина мира

Необходимо сказать здесь что-нибудь об этой средневековой картине мира хотя бы уже потому, что современная наука возникла в значительной степени из попытки превзойти ее и до сих пор носит много следов этой борьбы. Главными чертами греко-арабско-средневековой системы были ее законченность и иерархия. Эфирная, космологическая схема Аристотеля (стр. 117) и александрийских астрономов (стр. 128) стала застывшим, теологическо-физическим миром, миром сфер или орбит—сфер Луны и Солнца; сфер планет; прежде всего великой сферы неподвижных звезд, за которой лежало небо; и в качестве теологически необходимого противовеса всему этому противопоставлялся подземный мир, круги и ямы ада, так красочно описанные Данте в его «Аде». Миру приписывалось разделение на ранги и чины. Это было примирением аристотелевской картины неподвижного мира с еврейской и христианской картиной мира, созданного одним актом только для того, чтобы быть разрушенным другим. Это был промежуточный мир, который, хотя и имел свои собственные законы, существовал только как сцена, где разворачивалась жизнь каждого человека, от чего зависело его конечное спасение или осуждение.

Иерархия

Иерархия общества была воспроизведена в иерархии самой вселенной; подобно тому как в обществе были папа, епископы, архиепископы, император, короли и дворяне, существовала небесная иерархия девяти хоров ангелов: серафимы, херувимы, престолы; господства, силы, власти; начала, архангелы, ангелы (все продукты воображения Лжедионисия). Каждый из них должен был выполнять определенную функцию в управлении вселенной; они были

прикреплены в надлежащем ранге к планетным сферам, чтобы поддерживать их в соответствующем движении. Низший разряд простых ангелов, принадлежавший к сфере Луны, естественно, имел больше других отношение к разряду человеческих существ, находящихся прямо под ними. Вообще существовали космический порядок, общественный порядок, порядок внутри человеческого тела—и все это представляло собой состояния, к которым природа стремилась вернуться, когда ее порядок нарушался. Здесь для всего было место и все знало свое место. Все элементы находились в порядке—земля внизу, вода над ней, еще выше—воздух и наверху благороднейший элемент—огонь. Благородные органы тела—сердце и легкие—были тщательно отделены диафрагмой от более низких органов живота. Животные и растения играли отведенную им роль в общем порядке, не только снабжая человека всем необходимым, но и доставляя ему примеры для подражания—трудолюбие муравья, храбрость льва, самопожертвование пеликана. Этот огромный, сложный, хотя и организованный космос был также идеально рациональным. Он сочетал в себе наиболее логично установленные выводы древних с неоспоримыми истинами св. писания и церковной традиции. Школы могли расходиться во взглядах в отношении его деталей, но ни одна из них не сомневалась в том, что эта картина была правильной по существу. Основная проблема, как казалось, была разрешена раз навсегда. Возможно было иметь вселенную, которая была в одно и то же время практической, теологически прочной и высокочеткой.

6.6. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СРЕДНЕВЕКОВОЙ ЭКОНОМИКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

В свете этого легко видеть, что критика любой части картины мира считалась чем-то гораздо более серьезным, чем простое интеллектуальное совершенствование, и рассматривалась скорее как нападение на весь порядок общества, религии и самой вселенной. Поэтому необходимо было сопротивляться ему всей властью церкви и государства. Средневековая система мысли была по необходимости консервативной и, будь она предоставлена самой себе, вероятно, сохранилась бы до наших дней. Но она не была предоставлена самой себе. Как бы ни стремилась средневековая система быть неподвижной, средневековая экономика не могла стоять на месте.

Феодалная система, как уже было объяснено (стр. 172), содержала в себе зародыши своего собственного изменения. Более широкая торговля и усовершенствованные способы транспорта и производства неудержимо толкали к замене экономики, основанной на феодалной повинности, товарно-денежной экономикой. Именно технический аспект этой экономической революции должен был явиться решающим фактором в создании новой, прогрессивной экспериментальной науки, которой предстояло занять место неподвижной, рациональной науки средневековья. Она должна была представить человечеству периода Возрождения положения и проблемы, разрешить которые старое знание было не в состоянии.

Эти интеллектуальные усовершенствования, следовательно, относятся к более позднему периоду, но сами основные технические изменения происходили на протяжении всего средневековья и действительно представляют собой его наиболее значительный вклад в научную цивилизацию будущего. В таком внешне хорошо устроенном и неподвижном обществе эти технические изменения долгое время оставались непризнанными, так как в большинстве случаев не заслуживали внимания духовных летописцев, хотя они и выступают достаточно рельефно в отчетах управляющих имениями и в судебных процессах. Весьма ценный документ представляет собой записная книжка мастера масонов Вилларда де Гонкура (ок. 1250)^{3,2}, содержащая объяснения и наброски многих механических приспособлений. Очень немногие из средневековых схо-

ластов упоминали о технических вопросах, и еще меньшее число их пыталось понять эти вопросы. Насколько исключителен был такой интерес, показано в хвалебной речи Роджера Бэкона в честь Петра Пилигрима^{3.16}.

«Он знает естественную науку через эксперимент, и лекарства, и алхимию, и все вещи на небесах и под ними, и он был бы пристыжен, если бы какой-нибудь профан в этом деле, или старуха, или крестьянин, или солдат знали бы о почве то, чего он не знал бы. Он сведущ в литье металлов и в обработке золота, серебра и других металлов и всех минералов; он все знает о службе в армии, оружии и охоте; он изучил сельское хозяйство, межевание и возделывание земли; кроме того, он знает волшебства и гадание старух, и чары их и всех волшебников, и трюки и иллюзии фокусников. Но так как почести и награды отвлекали бы его от величия его экспериментальной работы, он презирует их».

Такой идеал был, однако, весьма далек от устремлений схоластов, мало внимания обращавших на вопросы, от которых столь незначительно зависело спасение или повышение общественного положения. Гуманисты Возрождения, которые думали, что все хорошие вещи пришли прямо из Греции и Рима, открыто игнорировали эти вопросы. Они возмущались всеми достижениями средневековья, которые они заклеили как варварские и готические.

Средневековая архитектура

Тем не менее нам, уже не ведущим смертельной борьбы против феодализма, достаточно только взглянуть на развитие этой готической архитектуры от тяжелой массивности норманнской архитектуры XII века до лучезарной легкости отвесных линий архитектуры XV века, чтобы увидеть, что за эти три столетия в мире совершился быстрый технический прогресс. Архитектура, несомненно, явилась лучшим и наиболее характерным выражением средневековой техники и мысли. Но она была скорее чисто техническим, чем научным достижением. Изумительная конструкция сводов и устоев, гораздо более смелая, чем у греков и римлян, явилась результатом ряда оригинальных решений практических трудностей. Теория не участвовала в них вообще, да и не могла участвовать, так как теория построения арки в отличие от знаний ее на практике была открыта только в наши дни. По той же причине средневековая архитектура мало сделала, прямо или косвенно, для прогресса науки. В этом она была отлична от других новшеств, отдельные из которых, такие, как компас или порох, должны были создать основы новой науки, в то время как другие, как, например, конская упряжь и рулевая стойка ахтерштевня, должны были повлиять на науку косвенно, через вызванный ими подъем производительности^{1.13; 1.14; 2.30}.

Технические новшества, пришедшие с Востока и из Китая

Технические успехи средневековья стали возможными в результате использования и развития изобретений и открытий, которые взятые вместе должны были дать европейцам большие возможности управления и, в конечном счете, понимания мира, чем они могли получить от классического наследства. Знаменательно, что наиболее важные изобретения—хомут лошади, часы, компас, рулевая стойка ахтерштевня, порох, бумага и книгопечатание—зародились не в феодальной Европе. Все они, повидимому, пришли с Востока, а большая их часть—в конечном счете из Китая.

По мере того как мы больше узнаём об истории науки в Китае (неоценимую помощь в этом окажет нам большое исследование доктора Джозефа Нидхэма об истоках и истории китайской техники и науки)^{3.4}, мы начинаем понимать значение китайских технических достижений для всего мира. Уже того, что нам известно, достаточно, чтобы показать, что вся концепция превосходства западной христианской цивилизации зиждется на высокомерном игнорировании остальной части земного шара. Всегда трудно доказать передачу достиже-

ний культуры, но факт остается фактом, что много изобретений, появившихся в Европе только в X веке или позже, были подробно описаны в Китае уже в самом начале нашей эры.

Что еще необходимо объяснить, так это почему после столь обещающего начала этот ранний технический прогресс в Китае и в меньшей степени в Индии и мусульманских странах к XV веку совершенно прекратился и почему результатом его явилось образование восточных цивилизаций с высоким, но застывшим техническим уровнем. Причину этого, особенно в отношении Китая, д-р Нидхэм усматривает в росте литературно образованной бюрократии—мандаринов, не заинтересованных в усовершенствовании техники и озабоченных тем, чтобы помешать развитию купечества, которое одно могло двигать технику вперед, открывая новые рынки.

Именно это должно было случиться в Европе. Новые изобретения, по мере того как они стали использоваться, вызвали революцию в технике, которая благодаря возросшей производительности труда и росту торговли способствовала падению феодализма. Лучшие средства сельскохозяйственного производства в деревнях привели к накоплению большого излишка для обмена. Лучшая перевозка громоздких товаров устранила необходимость выращивать все на земле, более подходящей для какой-то определенной сельскохозяйственной культуры, и таким образом косвенно увеличила продуктивность земледелия. Например, целые районы вокруг Бордо перешли в XVIII веке к выращиванию винограда, так как вино было первым громоздким товаром, о чем свидетельствует такая наша единица тяжелого веса, как тонна—первоначально вес бочки, или барреля, вина. Торговля, в свою очередь, повысила значение купцов и, следовательно, городов, и ремесленное производство начало расти в городе и деревне.

Наиболее важной для будущего чертой средневекового хозяйства явилось то, что город не господствовал над деревней. Феодальная система поддерживала эту независимость, и отсутствие рабов помешало возникновению фабрик по классическому образцу. Промышленность, возникшая в результате

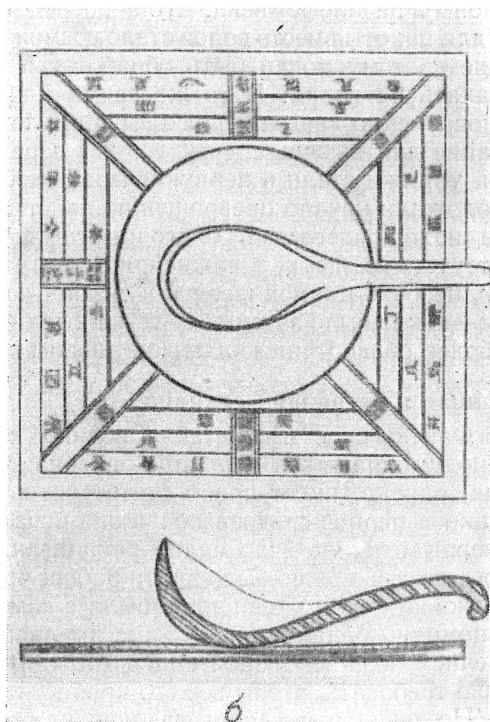
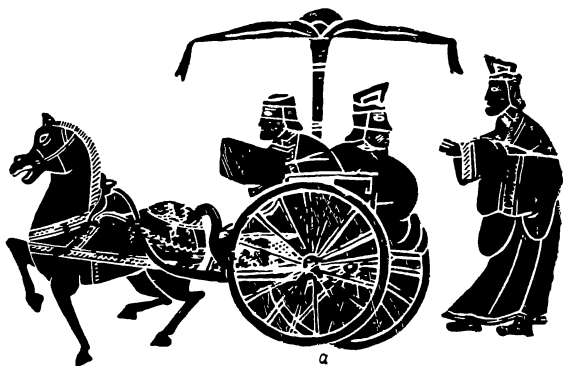


Рис. 7. Техника и наука в древнем Китае.

а—воспроизведение рисунка на могиле Ву Лянга (147 год н. э.), изображающего усовершенствованную конскую сбрую и оглобли; б—воспроизведение Ван Чен-то ранней формы компаса. Уравновешенная ложка сделана из магнитного железняка. Доска представляет собой доску предсказателя времен Ханской империи, около 100 года до н. э.

новых изобретений, распространилась на сотни деревень. Так было в особенности тогда, когда мельницы стали главным источником энергии не только для перемалывания зерна, но и для целого ряда производственных процессов, начиная от сукновален и кончая кузницами. Горнорудное и плавильное дело по необходимости должны были быть сконцентрированными не в одном пункте, а разбросанными по отдельным деревням сельскими отраслями промышленности. Это сельское размещение промышленности увеличило уже отмеченный хронический недостаток рабочей силы и стимулировало изобретательство новых механизмов. Более того, новые технологические процессы, двигаясь в деревню, могли избежать ограничений, наложенных на них городскими цеховыми мастерами, боявшимися остаться без работы.

Новая конская упряжь

Первые два из перечисленных изобретений—хомут и мельница—были наиболее эффективными способами передачи энергии. Из них первое дало наиболее непосредственные результаты: замена ремня, опоясывавшего грудь лошади и, следовательно, сжимавшего ей дыхательное горло, хомутом, который переносил весь упор на ее плечи, позволила в пять раз увеличить допустимую нагрузку на нее^{2,30}. Это новшество, изобретенное в Китае в VII веке, достигло Европы в начале XI века. Его непосредственные результаты выразились в том, что для пахоты вместо волов стало возможным применять лошадей и что в дополнение к этому могли быть обработаны участки земли, которые нельзя было вспахать на волах. В то же время конная повозка заняла место воловьев. Одновременно введение подковывания лошадей сделало возможным их использование для вьючных и фургонных перевозок по дорогам. Выгоды новой конской упряжи стали в первую очередь достоянием стран франков и норманнов и положили начало превращению района вокруг Северного моря и Ла-Манша, уже находившегося в благоприятных условиях благодаря хорошей почве и отсутствию засух, в важнейший центр производства. Излишек зерна, рыбы, кож, необработанной шерсти и сукон—важнейших видов новых тяжелых товаров—можно было затем обменивать на таких больших ярмарках, как в Шампани, на более обработанные и легкие товары востока и юга.

Водяная и ветряная мельница

Фактическое изобретение водяной мельницы относится к классическому периоду; одна такая мельница описана Витрувием (ок. 50 года до н. э.). Мельница, однако, имеет право считаться средневековым механизмом, потому что только в период средневековья она начала широко использоваться. В Римской империи мельниц было мало—реки были для этого неудобны, а на средиземноморье всегда можно было найти рабов, чтобы выполнить эту работу. В противоположность этому мельница была с самого начала неотделима от феодальной экономики. Мельница и мельник имелись почти в каждом имении (5000 из них перечислено в земельной описи Англии), и лорд полностью использовал свое право требовать, чтобы все его крепостные мололи свое зерно на его мельнице.

Но мельницы использовались не только для перемалывания зерна; они открыли путь для более широкого использования энергии. Мельничный механизм мог быть приспособлен для любой работы, для которой требовалось постоянное или периодическое приложение силы и материал для которой мог быть доставлен на мельницу, ибо она по самой своей сущности была неподвижна. Для превращения вращательного движения в возвратно-поступательное были использованы два механизма, оба, очевидно, изобретенные в Китае,—механический молот и коленчатый рычаг^{3,4}; последний особенно важен, так как в отличие от механического молота он может быть использован также для превращения возвратно-поступательного движения во вращательное. Ветряные мельницы, повидимому, изобретенные в Персии, появились в Европе около 1150 года. Мельницы использовались для валяния сукон, раздувания мехов,ковки железа

или пилки дров, однако до самой промышленной революции они не использовались для таких трудоемких, но менее территориально сконцентрированных работ, как прядение, ткачество или молотьба. Сам факт использования и быстрого развития в Европе мельниц для столь многих целей свидетельствует о недостатке рабочей силы и о связи этого факта с развитием науки и техники.

Ветряные и водяные мельницы необходимо было построить и обслужить—задача, непосильная для большинства деревенских кузнецов. Поэтому возникла профессия *мельничных мастеров*, которые ходили по стране, строя и ремонтируя мельницы. Эти люди были первыми механиками в современном смысле этого слова. Они разбирались и в том, как могли быть сделаны механизмы, и в том, как они действуют; в равной степени они были знакомы с управлением плотинами и шлюзами, что делало их как механиками, так и гидротехниками. Эти мастера были хранителями изобретательства, которое дало эпохе Возрождения и в еще большей степени промышленной революции, последовавшей за ней (стр. 305), мастеров, которые одни только могли претворить на практике идеи новой философии.

Башенные и карманные часы

Механики участвовали также в разработке в средневековой Европе нынешней формы механических часов. Часы, как показывает их название, представляли собой первоначально всего лишь колокол (*cloche*)*, отбивавший часы работы, а позже и каждый час. В колокол бил часовой, который узнавал время по песочным часам. Примерно в XI веке был изобретен остроумный механизм, при помощи которого язык колокола двигался вперед и назад. Все, что оставалось делать часовому,—это освобождать груз, который через посредство зубчатой передачи *часового механизма* (представлявшего, по сути дела, более простую форму мельничного механизма) отбивал соответствующий час. Кому-то из мельничных мастеров или монахов пришло в голову, что тот же самый механизм, работающий непрерывно, может быть использован так, что сам будет показывать время, представляя собой таким образом механические *часы*—выражение, до сих пор сохранившееся в употреблении,—хотя и был упразднен часовой. Так родились часы, включая и карманные,—прототип современных автоматических машин, саморегулирующихся, равно как и самодвижущихся.

Часы, несомненно, были изобретены в глубокой древности. Арабы значительно улучшили греческие водяные часы и сделали их основой для многих сложных автоматических устройств; но они приводились в движение поплавками и шнурками, и им недоставало точности и силы зубчатых передач колесного механизма. Мы, однако, знаем сейчас, что зубчатая передача имеет значительно более древнее происхождение как в Греции, так и в Китае. Часы уже не могут претендовать на то, чтобы быть европейским изобретением, хотя наиболее значительная работа над ними была проведена именно здесь. Часы были предметом скорее престижа, чем практического использования. Они составляли гордость городов и соборов, но в период Возрождения редкая профессия мастеров механических колоколов, а затем часовщиков должна была стать для науки тем же, чем мельничные мастера для промышленности—плодотворным источником изобретательства и мастерства.

Морской компас

Наблюдение направляющего действия земного магнетизма на естественные магниты или магнитный железняк должно было быть одним из наиболее трудных, равно как и важных, научных открытий. Повидимому, нет никакого

* Здесь автор имеет в виду связь английского слова «clock»—часы и французского слова «cloche»—колокол, от которого оно произошло.—Прим. перев.

сомнения в том, что способность насаженного на стержень магнитного железняка указывать направление была известна в Китае за несколько столетий до первого упоминания о его употреблении где-нибудь в другом месте.

Это открытие, согласно д-ру Нидхэму^{3,26}, явилось, повидимому, побочным продуктом геомантического пророчества, заключающегося в том, что на доску бросали какой-либо предмет и на основании того, в каком положении он падал, предсказывали будущее. Такая практика существует до сих пор и, кстати сказать, дала нам большинство настольных игр, включая кости, карты и шахматы. Одним из употреблявшихся для этой цели предметов был символ Севера—Большая Медведица, или ковш, представленный в форме ложки. Такие ложки, сделанные из магнитного железняка—одного из пяти священных камней,—всегда показывали одно направление. Еще до VI века было открыто, что подобным свойством указывать направление обладают также куски железа, которых коснулся магнитный железняк или которые были оставлены остывать в положении, когда их концы указывали на Север и на Юг. Водяной компас, в котором такой кусок железа поддерживали на куске дерева, был подробно описан в XI веке, но был, вероятно, известен задолго до этого. Это традиционный китайский компас, о связи которого с магическими досками свидетельствуют символы на его ободке (рис. 6). Как он попал на Запад, неизвестно до сих пор. В одном сказании XII века есть ссылка на него как на нечто хорошо известное. Снабженная стержнем игла и карта с розой ветров были, повидимому, изобретены итальянцами в XIII веке^{3,6}.

Медленное развитие компаса после его первого открытия носит все следы традиционного технического улучшения; но наука рано была призвана объяснить его действие. Первой оригинальной научной работой западного христианского мира было «Письмо о магните»—«Epistola de Magnete» (1269), работа Петра Пилигрима (из Мерикура), современника Роджера Бэкона, который восхищался им как величайшим и наиболее практическим ученым своего времени (стр. 184). «Письмо...» показывает большую независимость мысли и способность планировать и проводить ряд экспериментов. Из этой работы—после долгого перерыва—должны были развиваться исследования Нормана и Гильберта (стр. 237 и далее), из которых впоследствии выросли вся теория и практика магнетизма и электричества. Но это еще не все. Действие магнита на компас должно было обеспечить реальную научную основу для учения о влиянии и индукциях, которое прежде было чисто магическим. Еще более важным было то, что оно должно было представить работающую модель учения о притяжении, которое проникало сквозь всю науку и должно было стать путеводной звездой для великого обобщения Ньютона.

Кормовой руль

Кормовой руль был, очевидно, тоже изобретен в Китае. Китайская джонка радикально отличается от корабля тем, что, в то время как последний возник из первоначальной выдолбленной из дерева каное путем возведения бортов вокруг центрального киля, первая развилась из бамбукового плота путем подъема его носа и кормы^{2,29; 3,21}. Она не имеет киля, и естественным местом для руля является середина кормы. В Европе центральный руль было гораздо труднее приспособить из-за старой срезанной формы киля на корме, и поэтому использовалось рулевое весло, закрепленное на правом борту; но когда в XIII веке центральный руль был приспособлен путем добавления вертикального хвостовика, это значительно повысило мореходные качества европейских судов с более глубоким килем, построенных по образцу судов викингов. Курс можно было теперь держать с помощью парусов, поставленных под большим углом к ветру. Это, в свою очередь, привело к развитию кормового и носового парусов из старого треугольного паруса. Уже не надо было больше ожидать ветров за кормой, и путешествия могли совершаться при более бурной погоде.

Два навигационных изобретения—компас и кормовой руль—должны были сыграть такую же важную роль на море, какую сыграло введение конской упряжи на суше. Их использование сделало возможными путешествия в открытом море, которые в значительной степени заменили прежнее каботажное плавание вдоль побережий. Они покорили океаны, впервые проложив дорогу научным исследованиям, войне и торговле, что имело огромные и быстрые экономические и политические результаты.

Мореплавание

Научные последствия развития мореплавания должны были иметь решающее значение. Плавание в открытом море, даже в Средиземном, требовало астрономических наблюдений и морских карт и непосредственно стимулировало развитие астрономии, способной давать точные предсказания, новой количественной географии и инструментов, пригодных к использованию на борту корабля. Плавание в океане выдвинуло также насущную проблему определения долготы, над разрешением которой предстояло немало поломать голову всем крупным астрономам XVII века. Потребность в компасах и других навигационных приборах вызвала к жизни новое ремесло, требующее большого искусства,—ремесло мастеров, производящих морские инструменты, чье последующее влияние на науку, особенно в установлении все более высоких уровней для точного измерения, было огромно. Многие ученые, включая самого Ньютона, были мастерами-инструментальщиками, а одному механику—Уатту—суждено было сыграть революционную роль в развитии промышленности и науки.

Порох и пушка

Из всех изобретений, введенных на Западе в период средневековья, самое разрушительное—порох—должно было иметь наибольшее влияние в политическом, экономическом и научном отношениях. Первоначальное изобретение пороха приписывается и арабам и византийским грекам, но, вероятнее всего, он был изобретен в Китае. Секрет его изготовления заключается в том, чтобы, добавляя [к углю и сере] селитру, приготовить вещество, сгорающее без воздуха. Селитра встречается в природе в некоторых залежах, а также в перудобренной земле. Быть может, впервые она случайно была использована при изготовлении ракет для фейерверка или было замечено, что применение ее вместо соды (углекислого натрия) в виде плавня с древесным углем вызывало яркую вспышку и легкий взрыв. В Китае в течение нескольких столетий она использовалась только для фейерверков и ракет.

Порох стал играть роль в военном деле тогда, когда он впервые был применен в пушке, которая, возможно, произошла из огненной трубы византийцев, но скорее—из бамбуковой хлопушки китайцев. Само название ствола (barrel)* пушки указывает на ее примитивную конструкцию из железных пластин, стянутых вместе. Пушки и вскоре за ними последовавшие ружья были так эффективны в войнах не столько потому, что дальность их действия или мощность превышала дальность действия и мощность старых катапульти и баллистических снарядов, сколько потому, что при всей их неуклюжести и высокой стоимости они были гораздо более дешевы и подвижны. Их употребление в битвах и осадах вызвало революцию в военном деле, сравнимую только с той, что произошла в начале железного века, за 3000 лет до того.

Будучи применены против врагов, которые их не имели, порох вместе с пушкой и мушкетами обусловили практическую непобедимость человека и, таким образом, поставили «цивилизованных» людей в положение ощутимого превосходства над многочисленными «туземцами». Но даже среди цивилизован-

* Имеется в виду другое значение слова «barrel»—бочка, полая конструкция из досок, стянутых обручами.—Прим. перев.

ных народов они в огромной степени изменяли политическое равновесие. С того момента как пушки были изобретены, они стали необходимыми для достижения победы и вместо экономии создали новый военный расход. Только богатые республики или короли, поддерживаемые купцами, могли располагать источниками металла и техническим умением делать из него пушки. Этот факт так же бесповоротно сокрушил независимость земельной аристократии, как и то, что их замки были разрушены пушечными ядрами. Торжество пороха было торжеством национального государства и началом конца феодального строя.

На море значение изобретения пороха было не менее важным. Используемый в морских пушках, установленных на кораблях, управляемых с помощью новой астрономии и компаса, он должен был сделать народы Западной Европы с того времени и до середины настоящего столетия господствующими на мировых морских путях. Это позволило европейцам навязать свою культуру другим, первоначально отнюдь не отсталым в культурном или военном отношении народам. Более непосредственно это позволило им сконцентрировать все доступные богатства мира в своих руках и, таким образом, накопить капитал, который финансировал промышленную революцию.

Научные последствия изобретения пороха в области химии и физики

В конечном счете, однако, величайшим фактором, обусловившим наступление машинного века, явилось скорее то влияние, которое изобретение пороха имело на науку, чем то, которое оно оказало на военное дело. Порох и пушка не только взорвали средневековый мир экономически и политически, они были также важнейшими силами в разрушении его системы идей. Как выразил эту мысль Мэйо: «Селитра наделала столько же шума в философии, как и в военном деле». Во-первых, порох и пушка явились чем-то до того времени не известным—у греков не было даже слова для них. Во-вторых, изготовление пороха, его взрыв, выбрасывание ядра из пушки и его последующий полет выдвинули такие проблемы, практическое разрешение которых повело к поискам причин нового рода и к созданию новых наук (рис. 10).

Каким бы ни было происхождение пороха, существенная составная часть его—селитра (азотнокислый калий)—могла быть получена только в результате тщательного изучения, отделения и очистки солей, вероятно, в связи с алхимией. Где бы ее ни приходилось изготавливать, внимание неизбежно направлялось на явления растворения и кристаллизации. Более того, средневековая химия и физика приложили все усилия к тому, чтобы объяснить взрыв пороха. Он явно представлял собой действие огня, но в отличие от всех других земных огней для него не требовалось воздуха. Этот факт вызвал предположение о том, что селитра давала воздух и, наоборот, что воздух содержит селитру или, по крайней мере, ее дух (*anima*).

Таким образом, это предположение стало образцом для всех последующих попыток объяснить горение и вместе с ним дыхание, эту потребность животных в воздухе. В конечном счете после четырех столетий споров и опытов все это должно было привести к открытию кислорода, а с ним—и ко всей современной химии (стр. 344 и далее).

Сила самого взрыва и выбрасывание ядра из ствола пушки наглядно указывали на возможность практического использования естественных сил, в особенности огня, и сыграли вдохновляющую роль в развитии паровой машины (стр. 322 и далее). Позже мы увидим, как машины, изготовленные для сверления стволов пушек (стр. 325), должны были быть использованы в изготовлении точных цилиндров, что дало первым паровым машинам возможность доказать свою эффективность.

Наконец, движение пушечного ядра в воздухе—баллистика—должно было послужить толчком к новому изучению динамики. Античные ученые изучали тела в состоянии покоя или тела, действующие друг на друга с относительно

постоянной силой. Новый мир должен был рассматривать тела в стремительном движении и на этой основе создавать новую и более всеобъемлющую механику. Теория импульса была известна задолго до пушки, но рассмотрение полета пушечного ядра вызвало к ней новый интерес. Новая механика отличалась от классической в одном жизненно важном отношении: она зависела от математики, в свою очередь питала ее,—она была количественной и числовой.

Перегонка и спирт

Впервые крепкий винный спирт был приготовлен в Европе в XII веке, хотя большинство шагов, ведущих к этому, были совершены уже арабами при развитии ими перегонки. Последний решительный шаг был сделан, вероятно, в Салерно, чья медицинская школа была уже знаменита. Она была основана в IX веке и в конце концов взяла все лучшее, что имелось в арабской науке, у Сицилии, этого плавильного тигля, где смешались греческая, арабская и норманнская культура. Поскольку перегонка ароматических веществ и масел была уже известна, спирт был, вероятно, получен случайно в процессе изготовления какого-нибудь лекарства. Ключ к его получению таился в охлаждении верхней части перегонного куба или дистиллятора настолько, чтобы сконденсировать спирт точно так же, как и воду^{2.19}. Получившийся дистиллят сначала употреблялся в качестве редкого лекарства и были замечены его свойства как стимулирующего сердечного средства. Вскоре его удалось делать настолько крепким, что он мог гореть, и это намного повысило его престиж. Раймонду Луллию в XIV веке приписывают перегонку вина с негашеной известью и получение почти абсолютно чистого спирта. Название «алкоголь» представляет собой неправильное употребление арабского термина, который на самом деле относится прежде всего к краске для подведения глаз, а затем к любому мелкому порошку. Большой спрос на спирт—крепкие спиртные напитки, ирландское «асквибо»*, виски, жженку, коньяк—пришел только с «черной смертью»** в XIV веке. В то время верили, что те, кто регулярно пьет его, никогда не умрут,—отсюда и название aqua vitae (вода жизни). После этого спирт вышел из-под контроля врачей и стал производиться в огромных количествах, о чем свидетельствуют многочисленные законы, направленные против его употребления. Спор дал начало первой научной промышленности, промышленности винокуров, основе современной химической промышленности.

Общественные и научные результаты изготовления спирта были многочисленны. Наиболее ярко проявившиеся из них—последствия, вызываемые его употреблением, и возбуждаемые им вожделения—не имели большого общественного значения в Европе, но в языческих странах спирт уступал только пороку в его цивилизующей миссии (остров Манхэттен был в 1626 году куплен голландцами у индейцев за три бочонка рома. Его название означает «место, где мы напились»). Для науки спирт имел двойное значение—химическое и физическое. Осаждение паров спирта дало серьезный толчок к применению того же метода для других веществ. Между тем изготовление промышленностью гораздо более эффективных конденсаторов водяного охлаждения означало возможность конденсации также и других летучих веществ, таких, как эфир. Дистиллятор и конденсатор дополнили перегонный куб и реторту в качестве главных предметов лабораторной аппаратуры и сделали возможным создание органической химии.

Физические процессы перегонки, в особенности непонятная передача тепла от огня водяному конденсатору, оказались очень трудными для понимания. Как мы увидим (стр. 324), на долю Блэка в XVIII веке выпало создать на основе этого доктрину скрытой теплоты, которая явилась началом термодинамики.

* Ирландский напиток, приготовляемый из коньяка, в который добавляются пряности.—Прим. ред.

** Имеется в виду чума, свирепствовавшая в Европе в 1348—1349 гг.—Прим. ред.

В свою очередь, именно руководствуясь этим учением, механик Блэка, Уатт, изобрел отдельный конденсатор и сделал первую машину теплового действия.

Линзы и очки

Уже описанное выше (стр. 165) открытие линз привело в 1350 году, повидимому в Италии, к изобретению очков. Их употребление стимулировало дальнейшее изучение оптики. Гроссесет, Роджер Бэкон и Дитрих из Фрейбурга внесли свои вклады в науку, объяснив действие линз как в случае фокусирования световых лучей, так и в случае увеличения изображений^{3.16}. Что, быть может, даже более важно, так это то, что спрос на очки способствовал развитию профессий шлифовальщиков линз и мастеров, изготавливающих очки. Именно одному из них—обычно эта заслуга приписывается Липпершею, относя ее к 1608 году,—мы обязаны изобретением телескопа, и, казалось бы, по крайней мере в тот период, что случайная комбинация линз, возможная только в мастерской, где делают очки, была более плодотворна, чем любые теоретические умозаключения по увеличению изображений.

Бумага

Двумя последними техническими нововведениями с Востока, которым суждено было иметь гораздо большие последствия на Западе, чем на их родине, были тесно связанные друг с другом изобретения бумаги и печатания. Необходимость более дешевого материала для письма, чем очень дорогой пергамент, становилась с распространением грамотности все более настоятельной. Первоначально процесс изготовления бумаги был разработан в Китае на основе использования растительных волокон. Она уже употреблялась там как дешевый материал для письма в первом веке до н. э. В Европе же бумага появилась через посредство арабов в XII веке. Для производства первой бумаги, качество которой осталось с тех пор непревзойденным, использовались в Европе льняные тряпки. Бумага оказалась столь хорошей и дешевой, что ее возросшее потребление повело к недостатку переписчиков, а отсюда к новому методу переписывания—печатанию.

Печатание

Техника печатания не настолько сложна, чтобы ее трудно было изобрести или практиковать. И действительно, в печатях, рисунках, копированных притиранием, и оттисках она употреблялась с самых ранних времен. Ее быстрое распространение в Европе может служить примером того, как общественная и организационная потребность использует и развивает дальнейшее техническое приспособление. Прежде чем такая потребность сможет быть действительной, она должна дать себя почувствовать. Но та или иная потребность, вызвавшая к жизни определенную технику, не обязательно является главным объектом, который эта новая техника в конечном счете удовлетворяет.

Даже в период позднего средневековья мало людей ощущали потребность в большом количестве бумажных книг. Действительно, печатание, вероятно, не было бы создано в первую очередь только для литературных целей. Вся ценность печатания чувствуется только тогда, когда необходимо большое число дешевых копий одного текста. Поэтому не удивительно, что оно впервые возникло на Востоке для воспроизведения таоистских и буддистских молитв, где количество является решающим духовным преимуществом, и позже для печатания бумажных денег, которых также требовалось большое количество. На Западе, как это ни странно, другое употребление печатания—для изготовления игральные карт, вначале представлявших собой форму чудесного волшебства,—а также размножение папских индульгенций, молитв и священных изображений вызвали потребность в массовом ксилографировании.

Дешевые книги, религия и новое учение

Печатание при помощи подвижного деревянного шрифта было первоначально китайским изобретением XI века. Подвижной металлический шрифт был впервые применен корейцами в XIV веке. Он появился в Европе в середине XV века и распространился исключительно быстро, сначала для печатания молитв, а затем и книг. Новые дешевые печатные книги способствовали распространению чтения и таким образом создали потребность в еще большем количестве книг, вызвав нечто вроде устной реакции. Естественно, что печатники сначала сосредоточили свое внимание на печатании значительного количества книг, которые пользовались большим спросом, чем рукописи. Первоначально в центре внимания была религия и особенно Библия, печатание и распространение которой среди растущей буржуазии столкнулись с новой тенденцией к освобождению мысли от контроля церкви, что должно было привести к реформации. Непосредственно вслед за этим шли литература и поэзия, как древняя, так и современная, для услаждения культурной теперь аристократии и верхушки буржуазии эпохи Возрождения.

Еще позже, главным образом в XVI веке, печатание, делая широко доступными для всех описания мира природы, особенно его вновь открытых областей, а также впервые в истории описания приемов, применяемых в ремеслах и различных профессиях,—должно было явиться средством осуществления больших технических и научных изменений. До тех пор технические приемы ремесленников носили традиционный характер и никогда не записывались. Они переходили от мастера к ученику путем непосредственного обучения. Печатные книги сделали грамотность для ремесленников сначала возможной, а затем необходимой. Приводимые в книгах описания технических процессов и в еще большей степени иллюстрации помогли впервые установить тесную связь между производственными профессиями, ремеслами и учеными (стр. 212).

6.7. РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ ПЕРИОДА ПОЗДНЕГО СРЕДНЕВЕКОВЬЯ

Рассмотрение важности печатания вывело нас за границы периода средних веков, но, прежде чем перейти к рассмотрению революции в науке эпохи Возрождения, необходимо оценить влияние этих и других технических достижений, взятых вместе, на экономику и идеи периода позднего средневековья. По всей сельской местности в целом объединенное воздействие улучшенного производства и развития транспорта должно было увеличить валовой излишек сельскохозяйственной продукции, а следовательно, и количество товаров, которые могли быть потреблены здесь.

Хотя господство феодальных сеньоров не было еще поколеблено, но уже по всей Европе богатые крестьяне и городские рабочие укрепляли свои позиции и начинали обеспечивать широкий рынок. Это в свою очередь стимулировало производство товаров, особенно таких, которые являлись в то время чуть ли не предметами роскоши, как, например, вино и хорошие ткани (грубую ткань все еще пряли и ткали домашним способом), изготовление таких дополнительных видов пищи, как соленая рыба, а также производство металлов и в первую очередь—железа для инструментов и оружия. Господствующую роль в этих видах производства играли городские купцы, хотя чаще всего это было побочным занятием крестьян в сельской местности. К середине XIII века—время, которое может рассматриваться как поворотный пункт всего периода средневековья,—богатые городские купцы благодаря своему господству над цехами заняли монопольное положение, которое они использовали, чтобы дешевле покупать и дороже продавать.

Эти городские олигархи часто сильно враждовали между собой, а иногда дело доходило даже до войн. Ближе к позднему периоду средневековья они

начали понимать выгоды сотрудничества для совместной эксплуатации менее развитых территорий. Наиболее известной из подобных объединений была Северо-Германская Ганза, сосредоточившая свою деятельность на эксплуатации балтийской торговли. Примерно с 1358 до 1550 года она фактически правила старыми скандинавскими крепостями викингов. Ганзейский союз имел свой собственный флот и содержал фактории в других городах, от Стильярда в Лондоне до Новгорода, с правом экстерриториальности. Он задерживал развитие промышленности в районах, находившихся вне сферы его влияния, закупая сырье в отдаленных странах и продавая его в виде готовых товаров.

Эта протяженность сферы действия городских союзов отсрочила, но не устранила причин конфликтов внутри городов. Иностранные купцы также не в состоянии были бесконечно удерживать свое торговое превосходство перед фактом роста местных возможностей. Англия, например, вплоть до XV века была страной, вывозившей необработанную шерсть, которая затем обрабатывалась во Фландрии и в Италии^{3, 32a}. В финансовом отношении над ней господствовали ломбардцы, флорентийцы и ганзейцы. Она фактически стала полуколониальной страной, хотя, подобно североамериканским колониям в XVIII веке, имела такие ресурсы, что ее экономическая независимость была только делом времени. И действительно, ее освобождение началось с развитием отечественной обработки шерсти уже в XIV веке.

В наиболее передовых средневековых городах, городах Италии и Нидерландов, господство богатых цеховых мастеров вызывало восстания ремесленников, такие, как восстание чомпи во Флоренции в 1378 году, восстания ткачей в Брюгге, Льеже и Генте с 1302 по 1382 год. Хотя эти восстания и были успешны, они не привели к установлению городской демократии греческого типа, потому что средневековые города были расположены в гораздо более развитой и густо населенной феодальной сельской местности. Вместо этого конечным результатом борьбы внутри городов или между ними должно было явиться усиление либо феодальных королей, либо торговых князей и кондотьеров, захвативших власть в Италии. Это должно было привести к установлению национальных государств периода Возрождения, все еще по сущности своей феодальных, но имеющих свои центры в городах. Капиталистическая система должна была вырасти из своего буржуазного ядра только позднее.

Торговля и математика

Поэтому именно с городами мы должны связывать развитие идей, и в особенности науки, в позднем средневековье. Здесь рос новый класс интеллигенции, хороших христиан, но в значительной степени независимых от церкви (которая все еще оставалась крупнейшим землевладельцем и была крепко связана с феодальной системой) и даже отчасти находящихся в оппозиции к ней. Сначала, впрочем, их интересы едва ли сталкивались, так как новая *буржуазия* была более заинтересована в выгоде и показной стороне, чем в вере. Коммерческая арифметика, тонкое мастерство и искусство занимали ее гораздо больше, чем диспуты школ. Только позднее, когда она обнаружила, что церковь является препятствием на ее пути к увеличению богатства и власти, она стала наиболее страстным пропагандистом реформы.

Арабские цифры, введенные Леонардо Фибоначчи в 1202 году, нашли свое главное применение в торговой бухгалтерии. Уже через несколько десятков лет каждый купеческий ученик обязательно должен был знать четыре правила арифметики, что являлось ранее тайной, доступной лишь горсточке математиков. Таким образом, случайно создалась большая группа людей, способных оценить математику. Результатом этого было введение символической алгебры и знаков $+$ и $-$, первоначально контрольных отметок для большего или меньшего веса. Это была та же расчетливая заинтересованность, которая способствовала сначала созданию, а затем улучшению астрономических таблиц и появлению новых карт для мореплавания.

Искусство и наука

Увеличившееся богатство купцов дало новый толчок развитию искусства и в то же время изменило его объекты и стиль. Хотя оно еще и было облечено в религиозную форму, это уже не было больше церковным искусством периода раннего средневековья, нашедшего свое выражение в готических соборах. Рисунки с натуры заняли место теологического символизма. Искусство становилось в то же время более светским и натуралистическим. Значительная часть богатств, накопленных купцами, расходовалась на строительство особняков и приобретение картин, частично ради удовольствия, частично для поддержания престижа^{1,32}. Число мастеров-ремесленников возрастало, и их технические приемы непрерывно совершенствовались. В текстильной, керамической, стеклодувной и металлообрабатывающей промышленности имелось достаточно стимулов и возможностей для практического исследования физических и химических свойств материи. Это должно было создать материальную основу для возрождения науки. Почва была подготовлена для пышного расцвета Возрождения.

6.8. ДОСТИЖЕНИЯ ПЕРИОДА СРЕДНИХ ВЕКОВ

Наследство средневековья было по самой сути своей экономическим, техническим и политическим. Его интеллектуальный вклад был не столь значителен. Ибо в то время как основы, заложенные феодальной экономикой и измененные городской торговлей, были в состоянии продолжать служить дальнейшим успехам эпохи Возрождения и промышленной революции и не было необходимости в их сломе, идеи средневековья должны были быть безжалостно выкорчеваны, прежде чем их место смогла занять новая научная философия. Все это говорится не для того, чтобы умалить огромное интеллектуальное значение схоластов средних веков в открытии и усвоении элементов классической науки. Однако по рассмотренным уже причинам они были так же неспособны, как и арабы до них, выйти за пределы, достигнутые Аристотелем 2000 лет назад. Вклад средневековья, безусловно, имел гораздо более законченный характер, чем вклад арабов. Схоласты установили принципы научного метода. Роберт Гроссетест в начале этого периода сформулировал двойной метод *разложения* и *составления*, или *индукции* и *дедукции*, так же ясно, как должен был выразить его Ньютон 500 лет спустя^{3,16}. Но метод без желания или средств его использовать является чуть ли не более, чем бесполезным. Благодушие, им порожденное, является по самой своей сути препятствием к улучшению.

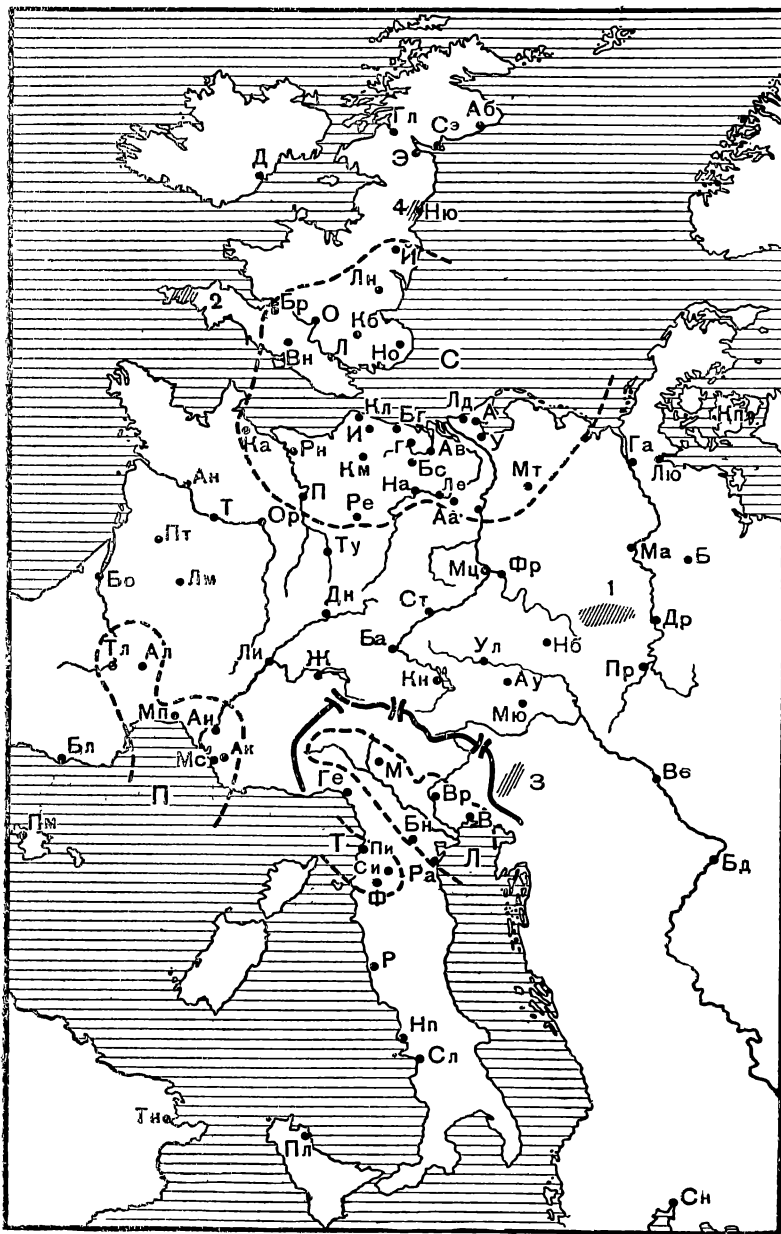
Основной причиной того, почему это достижение задержалось так надолго, было то обстоятельство, что в феодальной экономике, мусульманской или христианской, рациональная наука не могла быть использована для получения практической выгоды. Государи считали, что для того, чтобы астрономия могла существовать, достаточно астрологии; алхимия же, хоть она, быть может, и способствовала усовершенствованию технических приемов в химии, имела, однако, весьма мало рационального, поскольку теории ее почти целиком основываются на чистой магии. Пока от науки требовалось в основном давать материал для теологов, не было смысла спрашивать с нее больше, чем формальную аналогию опыта. Не было никакой нужды испытывать ее пробным камнем практической пользы. Наука в течение всего средневековья соответственно в значительной степени сводилась к книжной учености и диспутам. Интеллектуальные успехи, которые должны были прийти позже, были мало чем обязаны схоластам, если не считать стимула, вызванного желанием доказать, что они ошибаются. Эти успехи должны были явиться скорее результатом открытия заново лучшего, что имелось в классической мысли, сочетающегося с новыми экспериментальными методами, вызванными к жизни новым практическим интересом к миру природы и искусства.

НАУКА И ФЕОДАЛИЗМ. СПАСЕНИЕ ЭЛЛИНСКОГО НАСЛЕДСТВА (главы 5 и 6)

Годы	Технические достижения	События в политической и общественной жизни	Философия и наука		
Переход к феодализму (гл. 5)	500	Постройка храма св. Софии	Закрытие Юстинианом Афинской академии	Мистическая геология Дионисия	Ариабхата { Индийские астрономы и математики
	600	Появление шелка в Европе из Китая	Персидский университет Джандишапура	Антиаристотелевское учение Филопона о толчке	
	700	Ксилография в Китае	Династия Тан в Китае Миссия Мухаммеда, распространение мусульманства в Персии, Африке и Испании	Введение Северусом Себоктом индийских чисел в Сирии	Алгебра и тригонометрия Брамагупты
	800	Использование колесного плуга и трехпольной системы севооборота в Северной Европе	Халифат Аббасидов Основание Багдада Карл Великий Гарун-аль-Рашид	Переводы с греческого на сирийский Гебер—легендарный основатель мусульманской химии	Переводы с санскритского, сирийского и греческого языков на арабский Здание науки
	900	Улучшение викингами морских судов	Вторжение в Европу норманнов и венгров	Аль-Кинда — первый арабский философ Эригена—первый европейский философ	Алгебра аль-Хорезми Беда—первый историк христианства
	1000	Появление в Европе хомута, подков и стремян, завезенных из Китая	Падение Халифата	Возникновение суфизма, неоплатонического, алхимического мистицизма Аль-Фергани—основатель мусульманской астрономии	Медицина и химия Разеса Геометрия аль-Мазуди
	1000	Ветряные мельницы в Персии	Реформа церкви	Тригонометрия Абу-аль-Вефа	

Средневековые (гл. 6)	1100	Употребление линз	Борьба пап и императоров	Медицина и физика <i>Авиценны</i> Описание Индии <i>аль-Бируни</i> <i>Аль-Хази</i> —основатель оптики
		Спирт	Подъем итальянских городов	Толетанские таблицы, эллип- тические орбиты <i>Арзакеля</i> Возвращение <i>аль-Газали</i> Математика <i>Омара Хайяма</i> к мистицизму
	1200	Бумага в Испании	Первый крестовый поход	Парижский университет <i>Петра Абеляра</i> , начало схоластики Аристотелевская мусульманская система <i>Аверроэса</i> Аристотелевская иудейская система <i>Маймонида</i>
		Цветное стекло	Коммуны во Фландрии	
	1300	Ветряные мельницы во Франции	Вторичное покорение Иерусали- ма <i>Саладином</i>	Переводы с арабского на латинский. Введение <i>Леонардом Пизан-</i> <i>ским</i> арабских чисел Наука в поддержку веры— <i>Роберт Гроссетест</i>
		Морской компас	Император <i>Фридрих II</i>	
	1400	Появление пороха	Ограбление Багдада монголами	Эксперимент и наука для практики— <i>Роджер Бэкон</i> , <i>Петр Пилигрим</i> Аристотелевская христианская система святых <i>Альберта</i> и <i>Фома</i> <i>Аквинского</i>
		Механические приспособления и часы <i>Вилларда де Гонкура</i>	Ересь в папстве	
	1450	Употребление очков	Столетняя война	Ильханская таблица <i>аль-Тузи</i> Суфийский мистицизм и алхимия <i>Раймонда Луллия</i> Номинализм <i>Дунса Скота</i> , <i>Вильяма Оккама</i> Упадок схоластики Развитие теории толчка <i>Буриданом</i> , <i>Орезмом</i>
		Использование пушек на войне Кормовой руль Рисование масляными красками	Черная смерть Крестьянские восстания	
		Печатание	Конец ереси	Историческая наука <i>Ибн-</i> Самаркандская обсерватория <i>Улуг-</i> <i>Хальдуна</i> <i>Бека</i>
			Гуситское восстание	Предположение <i>Николая Кузанского</i> о движении Земли

Таблица охватывает период в 900 лет (с 500 до 1400 года). В течение всего этого периода содержание научной мысли (едва ли будет точным назвать его прогрессом) в основном эллиническое и, по сути дела, представляет прямое продолжение развития мысли в период, охваченный таблицей 2. Но в противоположность тому периоду районы, в которых изучалась наука, более обширны, а центры научного интереса менялись со временем. В первой половине периода наиболее активными были Александрия, Сирия, Персия, Центральная Азия, Индия, Китай; во второй—Испания, Италия, Франция, Англия и Нидерланды. Можно видеть, что, не считая небольшого подъема деятельности при Юстиниане, значительное, но далеко не столь сильное оживление научной мысли наблюдается в мусульманской Азии в IX веке, в мусульманской Испании в XI и во Франции в XIII веке. Трудно установить точные даты таких технических изобретений, как компас и порох, которые должны были сыграть решающую роль на следующем этапе развития общества. Единственное, что можно, как правило, указать,—это приблизительную дату их появления в Европе.



Карта 3. Средневековая Европа.

Эта карта иллюстрирует распределение городов и центров учености в средневековом христианском мире, рассмотренное в главе 6. Она выявляет их концентрацию в центре Европы (стр. 171 и далее) и два важнейших торговых пути по Роне и Рейну, идущих по обе стороны Альпийского барьера. Четыре района специально отмечены как центры экономического возрождения: район Северного моря (С), два итальянских района Ломбардии (Л) и Тоскании (Т) и западный средиземноморский район Прованса и Лангедока (П), который мог бы быть увеличен, чтобы включить Барселону и Балеарские острова. Зарождающимися экономическими районами, также отмеченными, являются медные и серебряные рудники в Саксонии (1), шахты на п-ве Корнуэлл (2), железные рудники в Штирии (3) и каменноугольный район Ньюкасла (4).

Условные обозначения:

А—Амстердам; Аа—Аахен; Аб—Абердин; Ав—Антверпен; Аи—Авиньон; Ал—Альби; Ан—Анже; Ау—Аугсбург; Б—Берлин; Ба—Базель; Бг—Брюгге; Бд—Буда; Бл—Барселона; Бн—Болонья; Бо—Бордо; Бр—Бристоль; Бс—Брюссель; В—Венеция; Ве—Вена; Ви—Винчестер; Вр—Верона; Г—Гент; Га—Гамбург; Ге—Генуя; Гл—Глазго; Д—Дублин; Дн—Дижон; Др—Дрезден; Ж—Женева; И—Ипр; Й—Йорк; Ка—Кан; Кб—Кембридж; Ке—Кельн; Кл—Кале; Км—Камбре; Кн—Констанца; Кп—Копенгаген; Л—Лондон; Лд—Лейден; Ле—Льеж; Ли—Лион; Лм—Лимож; Лн—Линкольн; Лю—Любек; М—Милан; Ма—Магдебург; Мп—Монпелье; Мс—Марсель; Мт—Мюнстер; Мц—Майнц; Мю—Мюнхен; На—Намюр; Нб—Нюрнберг; Но—Норидж; Нп—Неаполь; Нью—Ньюкасл; Ок—Оксфорд; Ор—Орлеан; П—Париж; Пи—Пиза; Пл—Палермо; Пм—Пальма; Пр—Прага; Пт—Пуатье; Р—Рим; Ра—Равенна; Ре—Реймс; Рн—Руан; Си—Сиенна; Сл—Салерно; Сн—Салоники; Ст—Страсбург; Сэ—Сент-Эндрюс; Т—Тур; Тл—Тулуза; Ти—Тунис; Ту—Труа; У—Утрехт; Ул—Ульм; Ф—Флоренция; Фр—Франкфурт; Э—Эдинбург; Эк—Экс.

Гораздо более важным для будущего, чем средневековая мысль, явился поразительный итог технического развития в производстве и транспорте и наследство трудных практических проблем, требующих приложения ума для их разрешения. На поднятый вначале вопрос о том, что именно обусловило время и место рождения современной науки (стр. 36), можно частично дать ответ на основе этих рассуждений. Из всех наследников первого великого расцвета эллинистической естественной науки только Западная Европа была в состоянии сколько-нибудь продвинуться вперед. К XV веку мусульманский мир экономически разложился и был разорен междоусобной войной и нашествием. При всех последующих успехах турок и монголов он потерял свою интеллектуальную силу. Его религия перестала быть либеральной и впала в узкую ортодоксальность. Индия стала полем сражения между волнами мусульманских захватчиков и индуизмом, застывшим в кастовой структуре, которая обеспечивала устойчивость за счет какой-либо возможности прогресса. Китай сохранял свою старую культуру, но при наличии государственной системы, которая препятствовала в течение 400 лет и еще продолжала препятствовать ей сделать необходимый шаг объединения техники и книжной учености.

Культура в Европе в конце средних веков едва ли находилась в материальном или даже интеллектуальном отношении на более высоком уровне, чем в великих империях Азии. О том, что она была более многообещающей, говорило только относительное отсутствие в ней устойчивости и единообразия в общественных и экономических формах (стр. 622 и далее). Как бы ни был велик авторитет традиции, он повсюду опровергался последствиями развития конфликтов, порождавшихся различиями интересов между городом и деревней, церковью и государством. К тому же авторитет папы и императора, которые сами зачастую действовали наперекор друг другу, был недостаточным для того, чтобы наложить сколько-нибудь жесткие ограничения на происходившие изменения. К концу XIX века сама феодальная система, придавшая средневековью его специфический характер, начала проявлять все признаки близкого крушения. Однако это не было свидетельством социального упадка, ибо во многих странах наблюдались несомненные признаки прогресса в экономическом и техническом отношениях. Если какое-то старое общество погибало, то его место занимало новое, способное значительно лучше использовать естественные ресурсы Европы и труд ее народов, чем это могли сделать лорды и прелаты средневековья.

ЧАСТЬ IV

РОЖДЕНИЕ
СОВРЕМЕННОЙ
НАУКИ

ВВЕДЕНИЕ

Развитие городов, торговли и промышленности, достигшее к концу средневековья довольно высокого уровня, показало их несоответствие экономике феодализма. Эти изменения, постепенно назревавшие под покровом феодального строя, нашли наконец свое выражение, и то в одном, то в другом месте начал учреждаться новый порядок в экономике и науке. С усовершенствованием технических приемов, улучшением средств передвижения и расширением рынков сбыта неуклонно возрастало и производство товарной продукции. Города, где находились эти рынки, долго играли в экономике феодализма вспомогательную, чуть ли не паразитическую роль; но к XV веку бюргеры, или буржуазия, окрепли уже настолько, что начали превращать эту экономику в такую, при которой оплата труда деньгами, а не принудительная повинность определяла форму производства. Торжество буржуазии и развитой ею капиталистической системы экономики имело место лишь после крайне ожесточенной политической, религиозной и духовной борьбы. Естественно, что этот процесс преобразования протекал медленно и неровно; он начался в Италии еще в XIII веке, но даже в таких наиболее развитых странах, как Англия и Голландия, буржуазия установила свое господство лишь в середине XVII века. Понадобилось еще сто лет, чтобы этот класс мог установить свое господство над всей Европой.

В тот же период, 1450—1590 годы, мы видим не только рост капитализма как ведущего способа производства, но и рост экспериментов и математического анализа как нового метода естествознания. Такое преобразование было весьма сложным; изменения в технических приемах вели к науке, а наука в свою очередь—к новым и все более быстрым изменениям в технических приемах. Это сочетание технической, экономической и социальной революции представляет собой единственное в своем роде общественное явление. В конечном счете значение этой революции превосходит даже значение открытия земледелия, сделавшего возможной саму цивилизацию, ибо благодаря науке она таила в себе возможности безграничного прогресса.

Проблема происхождения современной науки получает, наконец, признание, как одна из важнейших проблем всей истории. Профессор Баттерфилд^{3.1} заявляет, например, что «так называемая научная революция... затмевает все имевшее место после возникновения христианства и низводит Возрождение и Реформацию до уровня простых эпизодов, простых перемещений внутри системы средневекового христианства... Едва ли может быть другая такая область, где удастся нам больше увидеть... конкретные действия, лежащие в основе того или иного исторического преобразования, той или иной главы духовного развития». Глубоко расходясь с ним в отношении данных им анализов, я, тем не менее, полностью признаю значение этой проблемы. Хотя развитие капитализма и развитие науки связано, но связь эта настолько тесна, что ее нельзя выразить в рамках обычного понимания причинности. Можно, однако, сказать, что в начале описываемого периода господствовал фактор экономический. Именно условия подъема капитализма сделали возможным и необходимым подъем экспериментальной науки. К концу этого периода начинает чувствоваться обратное воздействие. Практические успехи науки уже подготовили следующий большой этап технического прогресса—промышленную революцию. Таким образом, именно в этот период естествознание прошло свою

критическую точку, обеспечив себе постоянное место в качестве части производительных сил общества. С точки зрения исторических перспектив, этот факт имеет гораздо большее значение, чем политические или экономические события того времени, ибо капитализм представляет собой лишь преходящий этап в экономическом развитии общества, в то время как наука является постоянным приобретением человечества. И если вначале капитализм сделал науку возможной, то наука, в свою очередь, делает капитализм ненужным.

Однако на ранних стадиях своего развития, когда капитализм еще только разрывал путы загнивающего феодализма, он был сильным и распространяющимся. Использование технических приспособлений позднего средневековья дало возможность развить земледелие, мануфактуру и торговлю и распространить их на все большие области. Материальные потребности экономического прогресса привели к дальнейшему развитию технических приемов, в частности в горном и военном деле, а также в мореплавании. Это, в свою очередь, привело к новым проблемам, порожденным поведением новых материалов и процессов, решить которые было не под силу науке классических времен, где такие изобретения, как компас и порох, не имели места. Путешествия, предпринимавшиеся с целью открытия новых земель, показали, насколько ограниченным был опыт античности, и усилили потребность в такой новой философии, которая могла бы видеть дальше и делать больше.

К началу XVII века новая и предприимчивая буржуазия могла откликнуться на этот стимул и создать основы экспериментальной науки. Новые ученые объединялись, как это было с купцами-путешественниками, в определенные группы. Уже к концу XVII века небольшой группе способных людей удалось разрешить основные проблемы *механики* и *астрономии*. Таким образом, они сделали больше, чем когда-либо давала античная наука,—оказали практическую помощь там, где она была нужна, а именно в *мореплавании*. Однако это была еще только незначительная проба сил; подлинное торжество этих людей заключается в том, что они начали стремиться к научному изучению технических приемов и природы, к разработке новых *экспериментальных* и *математических* методов анализа и разрешения технических и научных проблем, которые должны были принести богатые *плоды* в последующие века. Вплоть до конца XVII века наука смогла *получить* в результате возобновления контактов с практической работой значительно больше, чем могла дать в смысле коренных улучшений технических приемов.

Научная революция

Главная задача настоящей главы состоит в том, чтобы проследить развитие новой науки от критического периода ее рождения и первоначального роста до интеллектуальной ее зрелости. Необходимо прежде всего показать ее связь с новыми общественными силами Возрождения и Реформации, а затем изучить то, как ее достижения определяли технику и формировали идеи в последовавшее затем новое время. Изменения в научных идеях в этот критический период были действительно важнее изменений в политике и религии, имеющих, как это тогда казалось, всеобъемлющее значение. Это была поистине *научная революция*, разрушившая все здание интеллектуальных домывлов, унаследованных от греков и канонизированных как исламистскими, так и христианскими теологами, и поставившая на его место совершенно новую систему. Новое количественное, атомистическое, безгранично расширенное и мирское представление о действительности заняло место старой, качественной, непрерывной, ограниченной и религиозной картины мира, унаследованной мусульманскими и христианскими схоластами от греков. Иерархическая вселенная Аристотеля отступила перед мировой схематикой Ньютона. Во время этого перехода разрушительная критика и конструктивный синтез сблизились между собой настолько, что провести между ними грань невозможно.

Такая замена была лишь симптомом новой ориентации познания. Это было преобразованием науки из средства примирения человека с миром, каков он есть, был и будет в дальнейшем, в средство господства над природой путем познания ее вечных законов. Создавшееся новое положение само по себе явилось плодом нового отношения к материальным благам и вызвало новый интерес образованных людей к практике ремесленного мастерства. Таким образом, Возрождение, правда лишь частично, уничтожило разрыв между аристократической теорией и плебейской практикой, образовавшийся с возникновением классового общества в эпоху ранней цивилизации и ограничивавший большие интеллектуальные способности греков.

Чтобы получить верное представление о том, как возникла современная наука, необходимо рассмотреть как практические, так и духовные аспекты этого превращения, начавшегося в эпоху Возрождения. Писатели, занимавшиеся историей науки, обычно останавливались лишь на втором аспекте и тем самым рассматривали это превращение в целом либо как превращение плохих аргументов в хорошие, исходя из самоочевидных предпосылок, либо как более тщательное наблюдение и более правильную оценку очевидных фактов. О неверности обоих толкований свидетельствует их неспособность разъяснить совпадение по времени и месту экономического, технического и научного прогрессов, равно как и совпадение вопросов, которыми занималась наука, с теми, в которых были технически заинтересованы руководящие группы общества.

С другой стороны, неверно также рассматривать только эти технические интересы. В равной степени следует учитывать как душевные состояния, так и материальную заинтересованность. Идеологические аспекты той борьбы, которую вела нарождающаяся (emerging) буржуазия, наложили свой отпечаток как на научные, так и на религиозные идеи тех столетий, когда происходил этот переход. В самом деле, вызов идеям, принятым в течение многих столетий, мог быть сделан только в такое время, когда были поставлены под сомнение самые основы общества.

В отличие от предыдущего перехода, когда—как в конце существования Римской империи—новая наука строилась на обломках старой или когда—как в начале средневековья—наука преобразовывалась, переходя из одной культуры в другую,—революция, породившая современную науку, совершилась без подобного разрыва в постепенности или без внешнего влияния. Это еще раз подчеркивает тот факт, что радикально новая система мысли строилась в новом обществе из элементов, непосредственно вышедших из старого, но видоизмененных мыслями и действиями людей, делавших эту революцию. Старая феодальная культура была подвергнута проверке и сочтена несостоятельной; она не могла преодолеть порожденные ею же самой конфликты. Новый, выдвинутый этой революцией буржуазный класс должен был найти свою собственную, новую общественную систему и развить свою собственную, новую систему идей. Люди Возрождения и люди XVII века понимали, конечно, что порывают с прошлым, как бы много они ни были ему бессознательно обязаны.

В одном важном отношении научная революция отличалась от ранее имевших место изменений тем, что она была облегчена, в особенности вначале, осознанием того факта, что она представляла собой возвращение к идеям более старой, более величественной и носившей более философский характер культуры. Авторитет древних мог быть использован и действительно использовался такими подлинными новаторами, как Коперник и Гарвей (стр. 222 и 239), в качестве доказательства, не менее важного, чем свидетельство их чувств. Дело шло не столько об отрицании всякого авторитета, сколько о подкреплении одного из них другим. Гуманист мог свободно останавливать свой выбор на любом авторитете и мог это делать по причинам внутреннего порядка. Возвращение по меньшей мере части лучшего математического труда классической древности, в частности трудов Апполония и Архимеда, помогло покончить с монополией Аристотеля. Источником вдохновения мог служить

даже Платон—скорее как математик, чем как теолог. В известном смысле и, несомненно, в лучшем смысле, новая наука непосредственно шла от древних; ибо именно, следуя их методам, люди нового века смогли опровергнуть их идеи и превзойти их достижения.

Главные фазы перехода к новой науке

Для того чтобы понять, как в действительности проходил процесс создания новой науки, целесообразно разделить весь период научной революции на три фазы, которые для удобства изложения можно назвать фазами Возрождения (1440—1540), религиозных войн (1540—1650) и Реставрации (1650—1690). Следует при этом помнить, что они не являются тремя резко отличными друг от друга эпохами, а представляют собой три фазы единого процесса видоизменения науки при переходе от феодальной к капиталистической экономике.

В политической сфере первая фаза (7.1—7.3) включает период Возрождения, великие морские путешествия и Реформацию, равно как и войны, положившие конец политической свободе Италии и приведшие к появлению на мировой арене Испании как первой великой мировой державы.

Во второй фазе (7.4—7.6) результаты открытия Америки и Востока для европейской торговли и пиратства начинают ощущаться в кризисе цен, потрясшем всю экономику Европы. Это был век бесконечных религиозных войн во Франции и Германии. Значительно более важным для истории явилось, в конечном счете, создание голландской буржуазной республики—в начале этого периода и британского буржуазного Содружества наций—в его конце.

Третья фаза (7.7—7.9) была фазой политического компромисса. Хотя правительства были монархическими, бразды правления во всех экономически прогрессирующих странах держала в своих руках крупная буржуазия. Несмотря на пышность двора Великого монарха в Версале, тон в этот период задавали голландцы; в Англии эта фаза ознаменовалась началом конституционной монархии и быстрого торгового и промышленного развития.

Соответствующими событиями в науке были в первую фазу критика всей картины мира, которая досталась средневековью от классических времен. Это выразилось главным образом в отказе Коперника от космологии Аристотеля, стоявшей в центр вселенной Землю, и замене ее солярной системой, рассматриваемой с вращающейся вокруг Солнца Земли—планеты, подобной всем другим планетам.

Во вторую фазу эта критика была умело использована в борьбе против сильной оппозиции Кеплером и Галилеем, а затем перенесена Гарвеем на изучение тела человека. Сделать это удалось с помощью новых экспериментальных методов, в то время как в лице Бэкона и Декарта появились первые пророки нового века в науке.

Третья фаза ознаменовалась торжеством новой науки, ее быстрым ростом и распространением на новые области, а также организацией ее в научные общества. Это век Бойля, Гука и Гюйгенса, век новой математическо-механической философии. Труд многих рук и умов был завершен в сформулированных Ньютоном «Математических началах натуральной философии», представляющих собой основу, на которой, как чувствовалось, можно было с уверенностью строить остальную науку. Конечные цели уступили место механическим причинам, и иерархическая вселенная средних веков была смещена и заменена другой. Отныне независимые частицы, руководимые незримой конституцией законов природы, могли свободно воздействовать друг на друга. В свою очередь, как показал опыт, знание этих законов дало в руки человека ключ, позволивший ему обуздать силы природы и заставить их служить себе. Возвышенное созерцание уступило место полезной деятельности.

Глава 7

НАУЧНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

7.1. ПЕРВАЯ ФАЗА—ВОЗРОЖДЕНИЕ (1440—1540)

Первая фаза перехода от феодализма к капитализму представляет собой период, охватывающий движение эпохи Возрождения и Реформации, хотя, если учесть подготовившие их события и их результаты, эпохи эти обнимают собой более продолжительный период. Экономический тип товарного производства для рынка, где господствовали денежные платежи, существовал кое-где в городах начиная уже с XII века. Преобладающей же формой экономики он впервые стал в XV веке на узкой полосе земель, тянувшейся из Италии, через Верхнюю Германию и Рейнскую область, до Нидерландов. Из всей этой территории только в Италии отдельные, более крупные города, такие, как Венеция, Генуя, Флоренция и Милан, стали политически и экономически независимыми и сумели создать блестящую цивилизацию искусства и интеллекта эпохи Возрождения. В Италии это не предполагало разрыва с церковью, ибо папский престол в Риме получал немалый доход от пожертвований, поступающих со всего христианского мира. Дело изменилось, когда это движение распространилось на Германию и дальше. Здесь оно привело, с одной стороны, к утверждению независимости религии на национальной базе, выразившемуся в лютеранской реформации, и, с другой стороны,—к ожесточенной социальной борьбе, выражением которой явились крестьянская война 1525—1526 годов и восстание анабаптистов в Мюнстере в 1533 году. Подобные восстания имели место также в Венгрии и даже в католической Испании. Позднее, когда Реформация распространилась дальше—на Нидерланды, Англию и Францию, она приняла здесь еще более радикальную форму кальвинизма, отвергавшего всю иерархию церковного управления и отдавшего гражданскую и духовную власть в руки демократии избранных.

Вопрос о демократии был, однако, успешно поднят только на следующей фазе перехода от феодализма к капитализму. Формой политической власти, пришедшей вначале на смену феодальной системе иерархической лестницы, была абсолютная монархия, власть которой опиралась на поддержку купцов и при которой монарх мог даже сам быть купцом, получившим дворянство, вроде Медичи. Реставрация монархии ознаменовала конец земной власти императора и папы, а вместе с тем и всего устройства средневекового мира. Вместо этого начинают появляться национальные государства со свойственной им частой сменой союзников и войнами друг с другом, в результате чего создалось неустойчивое «равновесие сил», при котором ни одно государство не могло занять господствующее положение.

Дворы этих королей, или монархов, покровительствовали новым гуманистам и ученым, не зависевшим уже больше от церкви. Положение интеллигенции стало поистине весьма похожим на то, каким оно было во времена арабов, когда образованные люди также служили украшением дворов монархов. Старые средневековые университеты за пределами Италии попрежнему оставались цитаделью феодальных идей и противились введению нового образования. Король Франции Франциск I был вынужден основать в 1530 году Королевский коллеж, ныне Коллеж де Франс, чтобы обеспечить преподавание гуманитарных знаний, чего Сорбонна не потерпела бы.

Возрождение и Реформация представляют собой два аспекта одного и того же движения по преобразованию системы общественных отношений, основыв-

вавшихся до того на утвердившемся статуте наследования, в систему, в основе которой лежала купля-продажа товаров и рабочей силы. Главным экономическим фактором, обусловившим побуждения к этому движению, было быстрое расширение торговли, ставшее возможным благодаря увеличению наличия избыточной продукции. Этот избыток появился в результате технических усовершенствований, введенных в период позднего средневековья, и в первую очередь усовершенствований в сельском хозяйстве и ткацком производстве. В то же время наличие избытков колоссально возросло благодаря усовершенствованию транспортировки грузов и мореходства. В течение всего XV века основной поток товаров, попрежнему состоящий из предметов роскоши, шел главным образом с Востока через Венецию и Германию, обогатив Аугсбург и Нюрнберг, и далее—в Нидерланды и Англию. Именно благодаря торговле эти районы заняли действительно ведущее положение по своему богатству и культуре.

Однако в конце этого столетия, на самой высшей точке развития Возрождения, старый тип торговли был сильно подорван, решающую роль в чем сыграла наука. Развитие мореходства привело к сокращению оборота торговли, ведущейся по старым дорогостоящим сухопутным путям к установившимся рынкам, и открыло дешевые пути к дотоле неизвестным новым рынкам. Наиболее наглядным результатом развития мореходства было открытие Нового Света—Америки, но более непосредственно важным был захват Португалией морской торговли с Азией, а также быстрое развитие прибалтийских стран и России. Подобные перемещения торговых путей должны были изменить весь экономический баланс Европы. Торговля Италией и Верхней Германией была подсечена под корень, а их политическое и экономическое значение начало падать, хотя культурное и техническое влияние этих стран все еще в течение некоторого времени продолжало чувствоваться. Их место должны были занять морские державы—сначала Португалия и Испания, а затем на более продолжительный срок—поскольку они обладали более существенными ресурсами,—Голландия и Англия.

Прибыли от заморской торговли обусловили первичное накопление активного капитала, то есть капитала, вложенного в производственные предприятия, а не только в землю. Жажда еще больших прибылей привела к быстрому развитию кораблестроения и мореплавания, причем последнее имело решающее значение для рождения современной науки. Войны, которые велись теперь наемниками, а не феодальными рекрутами, могли быть более длительными, но они и стоили дороже, а значит, требовались бронза и железо, серебро и золото. Развивалась разработка недр и металлообработка, а также производство пороха и перегонка крепкого спирта.

Весь этот период в целом был периодом экономического роста. Почти повсюду в Европе увеличивалось производство не только промышленной, но и сельскохозяйственной продукции. Стало больше зерна, больше скота и рыбы. Трудно было бы приписать этот рост какому-либо особому техническому прогрессу; скорее он явился следствием накопления бесчисленного количества отдельных усовершенствований наряду с более быстрым распространением этих усовершенствований по новым торговым каналам. Единственным радикальным и важным техническим прогрессом было введение книгопечатания, о чем уже говорилось для удобства изложения в предыдущей главе (стр. 192). Хотя само по себе книгопечатание не было методом производства, оно, тем не менее, было одним из самых действенных способов распространения технического прогресса, как показывает ряд первых напечатанных книг по таким вопросам, как сельское хозяйство, садоводство, поварское дело и ремесла.

Гуманистическая революция во взглядах и идеях

Если бы Возрождение характеризовалось лишь постепенным или даже быстрым улучшением экономических условий, оно не заняло бы в мировой

истории того места, которое занимает. Значение эпохи Возрождения для науки, искусства и политики состоит в том, что это было движение мысли и притом движение революционное. С точки зрения интеллектуальной, оно представляло собой результат труда небольшого мыслящего меньшинства знающих людей и художников. Они выступили против всего уклада средневековой жизни и стремились создать новый уклад, по возможности близкий к классической античности. Они хотели изучать античность не через посредство длинной цепи традиций, не через посредничество арабов и схоластов, а непосредственно—раскапывая статуи, сами читая тексты. Это означало возврат к греческим оригиналам и знакомство из первых рук с мыслью не только Платона и Аристотеля, но также Демокрита и Архимеда.

Гуманистическое движение, несомненно, началось в Италии еще в XIV веке, с Петрарки и Боккаччо. Гуманисты ценили в древних классиках скорее красоту слога и благородство чувств, чем тонкости логики. Поскольку же они были философами, они были платониками. Гуманистическому движению суждено было распространиться на Францию и Северную Европу в XVI веке с более религиозным душком. Всюду оно влекло за собой отказ от специфически феодальных идей иерархии и предполагало более светское отношение к обществу. Это предполагало не отказ от религии и даже от мистицизма, а скорее перенесение центра тяжести на более персонифицированную религию, меньше нуждавшуюся в услугах церкви. Культ индивидуального, добродетельного в старом римском смысле решительной независимости, стал идеалом^{4.27}.

В протестантских странах были провозглашены право частного суда и предопределенность избранных*. Здесь гуманисты, возвратившись к греческим и древнееврейским текстам и переведа их непосредственно на родные языки, должны были придать больше веса авторитету Библии. Доверие к собственному слову божию должно было заменить почитание изречений св. Петра. Все это соответствовало этической системе торгового класса, отвергавшего субординацию феодализма. Феодальное прошлое было поистине насильственно отброшено, а вместе с ним были отвергнуты архитектура (которую они, гуманисты, в насмешку называли готической), философия схоластов, созерцательная жизнь аскетов, бродяжничество странствующих монахов^{4.82}. В конце концов даже сама католическая церковь была вынуждена провести известные реформы и пойти на разрыв со своим средневековым прошлым, разрыв почти столь же важный, как тот, которого требовали реформаторы. Доктрина милосердия была римским эквивалентом спасения в вере. Папство, которое в течение столетий находилось в руках терпимых гуманистов, при всей его сомнительной нравственности покровительствовало, однако, искусству и должно было стать почти столь же суровым и еще более нетерпимым, чем самые строгие протестантские сектанты.

Наслаждение, искусство (art)** и деньги

Как в католических, так и в протестантских странах Возрождение ознаменовалось решительным и бесповоротным разрывом с прошлым. Многое из этого прошлого неизбежно сохранилось, однако было взято новое направление, и средневековые формы экономики, архитектурных стилей, искусства и мысли должны были исчезнуть навсегда, уступив место новой культуре, капиталистической по своей экономике, древнеклассической по своему искусству, и литературе, научной по своему подходу к природе.

* Предопределенность избранных провозглашалась прежде всего кальвинизмом, выступавшим против догматов старого католицизма.—Прим. ред.

** В данной главе (а также в некоторых других главах в соответствующем смысле) слово «арт» иногда переводится как «художественное мастерство», так как в эпоху Возрождения художники, скульпторы и архитекторы считались такими же мастеровыми, как столяры и сапожники. Пользуясь многозначностью слова «art», автор подчеркивает близость в ту эпоху искусства, науки и практических ремесел.—Прим. ред.

Возрождение было беспокойным, но обнадеживающим периодом по сравнению с отчаянием последних веков древнего классицизма и смирением последовавших за ними веков верований. Меньше стали заниматься вопросами загробной жизни и больше—жизнью настоящей, причем занятие это нашло свое выражение в быстром росте светских искусств, живописи, поэзии и музыки. Во всех формах выражения проявлялось новое и искреннее признание физического удовольствия. Великий пророк этого периода д-р Франсуа Рабле (ок. 1490—ок. 1553) избрал в качестве девиза для своего Телемского аббатства, этой идеальной коммуны, слова: «Делайте то, что вам нравится» (стр. 546)^{4,82}. В идеале люди живут свободно и мыслят беспокойно; фактически же лишь немногие могли себе это позволить; эта новая жизнь стоила дорого, и платить за нее нужно было наличными. Деньги приобрели невиданное дотоле значение. Естественным следствием этого было изменение отношения к добыванию денег. Все средства хороши, пока они работают,—честное ли производство или ремесленничество, предложение нового, прибыльного изобретения; открытие шахты; набег на иноземцев; ссужение денег под проценты. Церковь могла бы выразить свой протест, однако если бы она стала на нем настаивать, то это обернулось бы против нее самой, как это показала Реформация. Даже магией снова стали заниматься как средством достижения богатства и власти, о чем свидетельствует история Фауста. По правде говоря, естественная магия едва ли чем отличалась от науки^{1,43;4,4}.

Тесное объединение ремесленника и теоретика

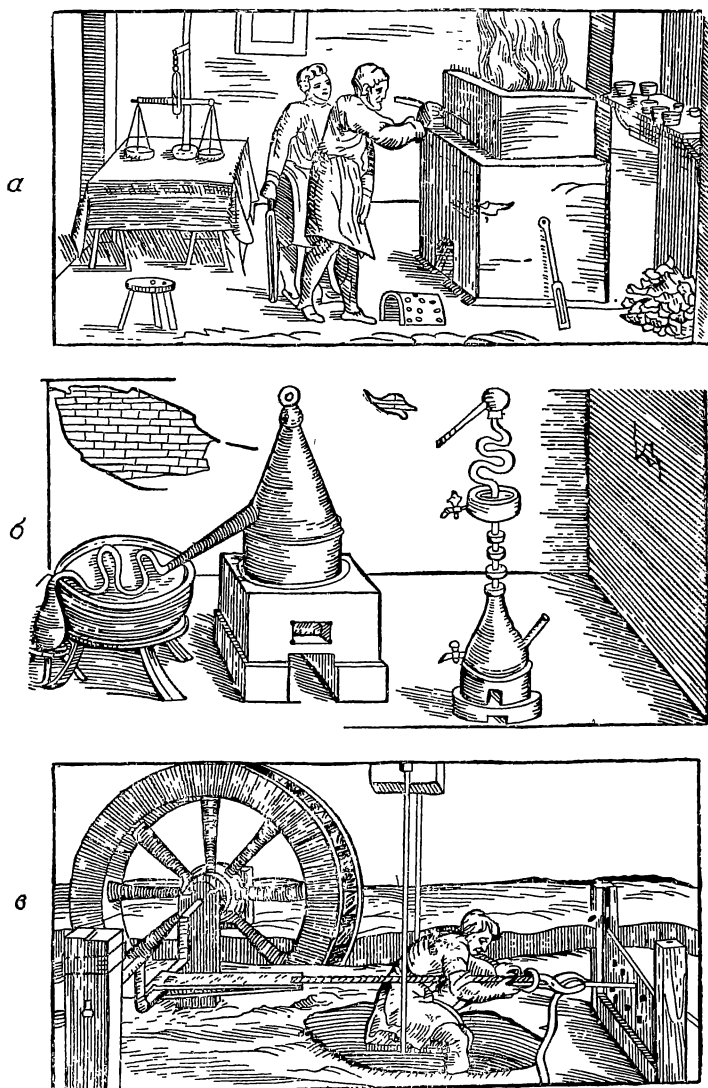
Именно потому, что техники и художники играли существенную роль как в добывании, так и в расходовании денег, они уже не были теперь столь презираемы, как это было в древнеклассическую или средневековую эпоху. Художественное мастерство (arts)—украшения и расцветивания, живопись, скульптура и архитектура процветали и развивались с меньшим размахом, но зато имели значительно более оригинальный характер, чем в древнеклассические времена. Действительно новым было, однако, то уважение, каким стало пользоваться теперь практическое мастерство (art)—прядение, ткачество, гончарное дело, стеклошлифовка и, в особенности то мастерство, которое обеспечивало потребности и накопления богатства и ведения войны, а именно мастерство шахтеров и металлургов. Технические приемы мастеровых (artists) имели в эпоху Возрождения большее значение, чем в древнеклассические времена, ибо они находились уже в руках не рабов, а свободных людей, причем последние в общественном и экономическом отношении уже были не столь далеки от правителей, как это было в средние века. В средневековой Флоренции, например, мастеровые-художники были подчиненными членами важного цеха врачей и торговцев пряностями «*Medici e Speciali*»; скульпторы стояли ниже, находясь в менее важном цеху строителей и каменщиков^{4,17}. Однако к началу XVI века отдельные живописцы и скульпторы смогли воспользоваться благосклонностью пап и королей, хотя весьма часто им лишь с большим трудом удавалось добиться оплаты за свою работу.

Улучшение положения ремесленников позволило возобновить связь между их традициями и традициями теоретиков, которая была разорвана чуть ли не с начала ранних цивилизаций. И тем и другим предстояло внести важнейший вклад в науку: ремесленники могли дополнить старые технические приемы классической античности новыми изобретениями, появившимися в средние века; теоретики могли сделать свой вклад в области мировоззрения, идей и, быть может больше всего, логических методов доказательства, заимствованных у греков через арабскую и схоластическую философию, а также в разработке новых методов вычисления. Такое соединение этих двух подходов заняло некоторое время и постепенно распространялось, охватывая сначала различные области познания и деятельности. Однако стоило только этим двум составляющим объединиться, как ничто уже не могло бы больше разъединить их. Основная

интеллектуальная задача Возрождения состояла в новом открытии и овладении миром созданного (art) и естественного.

Обозрение мира

Эпоха Возрождения изобилует важными описательными трудами, охватывавшими все области человеческого опыта. Широта интересов того времени



Р и с. 8. Наука и техника в эпоху Возрождения.

а—лаборатория пробирщика с пробирными чашками. Заранее взвешенное количество руды смешивается с чистым свинцом и сжигается в печи. Получившийся блестящий шарик серебра снова взвешивается, и таким образом количественно определяется выход металла из руды (стр. 216).

б—перегонные кубы для производства крепких спиртных напитков. Справа мы видим конденсатор отлива, где охлаждается более слабый спирт, который затем снова перегоняется; с левой стороны—перегонный куб с теплым конденсатором, погруженным в большой чан с водой (стр. 191, 325).

в—механическое волочение проволоки. Водяное колесо приводит в движение коленчатый рычаг, который при каждом полуобороте протаскивает проволоку через волочильную плиту (стр. 186).

(Из «Пиротехники» Бирингуччо.)

проявляется в достижениях человека, который сам был олицетворением своего века,—великого универсала-инженера, ученого и художника (artist) Леонардо да Винчи. Двумя величайшими победами этой эпохи было понятное изложение системы небес, в центре которой находилось Солнце,—системы Коперника в его труде «De Revolutionibus Orbium Coelestium» («Об обращении небесных сфер». —Перев.)^{4,84}, и первая подробная анатомия человеческого тела, показанная в сочинении Везалия «De Humani Corporis Fabrica» («О строении человеческого тела». —Перев.)^{4,109}; работы опубликованы одновременно в 1543 году. В них впервые было показано, как выглядят небесные сферы или человеческое тело для того, кто имеет достаточно пытливый взор, чтобы видеть самому, а не смотреть сквозь очки античного авторитета. Они были выдвинуты и с самого начала приняты новым светским обществом, также учившимся наблюдать и экспериментировать. Только позднее, когда начали выявляться политические последствия нового взгляда, власти испугались и попытались, хоть уже было поздно, помешать его распространению.

За этими важнейшими трудами последовали многие другие, касающиеся различных областей созданного и естественного, которыми пренебрегали древние. Среди них «Пиротехника»^{4,91} Бирингуччо (1480—1539), в которой описываются металлическая, стекольная и химическая промышленности, и «De Re Metallica» («О природе ископаемых») ^{4,14} Георга Бауэра или Агриколы (1490—1555), вероятно, наилучший по тому времени трактат по технике, ибо в нем описывались не только минералы и металлы, но также и практика и даже экономика горнорудного дела. Позднее в таких книгах, как труды Геснера (1516—1565), Ронделэ (1507—1566) и Белона (1517—1564), появилось много великолепных описаний животных и растений как Старого, так и Нового Света^{4,44; 4,21}. К ним можно также добавить бесчисленные отчеты об исследованиях новых стран, в том числе «Письма» Америго Веспуччи^{4,110}, появившиеся в 1504 году, что привело, без достаточных на то оснований, к присвоению вновь открытому континенту его имени, и первый отчет Пигафетты о кругосветном путешествии Магеллана в 1519—1522 годах.

Первоначальная фаза научной революции была скорее фазой описаний и критики, чем конструктивной мысли. Такая мысль должна была прийти позже. Сначала идет исследование широких горизонтов и опровергаются старые авторитеты. Совершенствование мастерства и технических приемов обусловило позитивные стимулы и материальные средства для прогресса новой науки. Религиозные разногласия и конфликты поколебали осто́в ортодоксии и позволили небольшому числу людей мыслить самостоятельно. Отношение новой религии к личному суждению и прямой ответственности проистекало из той же самой потребности, которая вызвала рост науки. Такое отношение представляло собой существенную предпосылку для победы капиталистической экономики. Прежде чем приступить к рассмотрению положения и влияния науки в эпоху Возрождения, необходимо сначала сказать несколько слов о важнейших факторах, которые имели место в этот период. Основными из них являются факторы, связанные с мастерством и техническими приемами, и в частности с техническими приемами инженерного дела и мореплавания.

7.2. ИСКУССТВО, ПРИРОДА И МЕДИЦИНА

Искусство эпохи Возрождения

Первой характерной чертой Возрождения было превознесение изобразительного искусства и ручного мастерства перед пассивным и абстрактным созерцанием. Правда, живопись, скульптура, архитектура и музыка процветали на всем протяжении средних веков. Они являлись посредниками при передаче многих технических приемов древнеклассических времен, в частности в области химии и металлообработки. Однако они использовались как вспомо-

гательное средство скромными ремесленниками или монахами, состоявшими на службе церкви и, гораздо реже, на службе рыцарства.

Общественное и экономическое значение художественного мастерства (art) в эпоху Возрождения было, однако, совсем иного порядка. На искусство (art), особенно на живопись, не только расходовалось значительно больше средств, чем раньше, но и впервые за все время искусство начали ценить само по себе. Мастера-художники шли на службу к купеческим монархам повсюду, где процветало это искусство—сначала в Италии, затем в Бургундии, Фландрии и Верхней Германии. Существовала ненасытная потребность в более выразительных и броских формах, которые служили бы фоном для нового стиля жизни богачей^{4.17}. Вместе с тем улучшилось положение мастеровых-художников; в большинстве итальянских городов создавались студии, которые были одновременно университетами и лабораториями. Само художественное мастерство, продолжая оставаться традиционным, стало сознательным и научным. Мастерские-художники ставили перед собой новые задачи и находили новое материальное и интеллектуальное их решение. Ни в какое другое время в истории человечества изобразительное мастерство не имело такого большого влияния на развитие науки, и, вероятно, не случайно, что этот интерес к такому мастерству совпал с самым началом важнейшего преобразования в истории науки

Перспектива и способность воображения

Мастера-художники помогали упрочению науки в основном тем, что они развивали способность воображения и умения изображать *перспективу*, пробуждали интерес к природе и, в частности, к *анатомии* человеческого тела; применяли свои силы в гражданском и военном деле. Леонардо да Винчи делил свое время между всеми этими областями искусства, и хотя он был величайшим мастером, однако, он не мог бы один все это сделать.

Первым манифестом эпохи Возрождения был «Trattato della Pittura» («Трактат о живописи». —Перев.) Леона Баттиста Альберти (1404—1472), написанный им в 1434 году. Альберти происходил из зажиточной семьи, высланной из Флоренции по политическим мотивам. Тем не менее он не гнушался посвящать себя художественному мастерству или учиться у рабочих-ремесленников. «Он учился у всех, расспрашивая кузнецов, строителей, корабельных мастеров и даже сапожников, чтобы выведать какой-либо необычный прием или секрет знакомого им ремесла, и часто даже прикидывался невеждой, чтобы выявить искусность других»^{4.15}. Он был одним из первых сторонников формальной перспективы, изобретенной Брунеллески в начале XV века. Главную цель живописи Альберти видел в изображении в двух измерениях фигур, имеющих три измерения. В соответствии с этим он требовал от всех художников досконального знания геометрии и прибегал к помощи оптических пособий, таких, как «камера-обскура»—для ландшафтов, и прямоугольной системы осей координат—для нанесения поля зрения. Основная метрическая концепция трехмерного пространства почти интуитивно стала в эпоху Возрождения—благодаря осуществлению этой программы такими художниками, как Мазаччо, Пьеро делла Франческа и Мантенья,—чуть ли не общепринятой.

Называя живопись наукой, Леонардо да Винчи только выражал господствовавшую в то время точку зрения. В своем трактате о живописи, опубликованном вместе с его «Paragone», он категорически утверждает:

«Наука живописи распространяется на все цвета поверхностей и на фигуры одетого ими тела, на их близость и отдаленность с соответствующими степенями уменьшения в зависимости от степеней расстояния. Эта наука—мать перспективы, т. е. (учения) о зрительных линиях».

В своем ответе тем, кто осуждал живопись как нечто полумеханическое, Леонардо да Винчи возражает, прямо противореча Платону (стр. 105):

«...и астрология и другие (науки) проходят через действие рук; но сначала они являются умозрительными, как и живопись, которая первоначально находится в душе своего зрителя и не может достигнуть своего совершенства без действия рук. Сначала установим научные и истинные основания живописи... каковые уразумеваются только сознанием, без работы рук. И это—та наука живописи, которая остается в сознании размышляющих о ней. От нее родится потом действие, много более достойное, чем названное выше размышление или наука»^{4.114}.

Природа и человек

Возрождение явилось периодом торжества движения *реализма* в искусстве. Древнеклассическое и даже еще в большей степени византийское искусство сосредоточивало свое внимание на идеальных формах и достижении эффекта с помощью традиционного символизма. Уже в средние века образы, взятые из природы, вроде листьев или животных, начинают вкрадываться в картины в виде второстепенных деталей. В эпоху Возрождения этот реализм распространяется также и на изображение центральных фигур картин—людей. Все это требовало самого тщательного наблюдения природы в ее естественном состоянии—гор, скал, деревьев, цветов, зверей и птиц—и таким образом заложило основы геологии и естественной истории, которые с тех пор перестали выводиться из книг с помощью и логики. Но в первую очередь это реалистическое направление требовало знания *анатомии* самого человека для понимания механизма жестов и выражений. Искусство Возрождения не было ни импрессионистским, ни формалистическим. Альберти призывал живописцев рассматривать в человеческой фигуре кости, затем соединяющие их мускулы и только в последнюю очередь—облекающее фигуру одеяние. Леонардо пошел в своей практике и наставлениях еще дальше. От изображения статической фигуры он перешел к динамичной, значит—к *физиологии* и *динамике*. Изображение движущихся людей или животных было для него лишь вспомогательным средством для выражения духа, или души, одушевляющей это движение. Все это требовало глубокого изучения анатомии мозга и внутренних органов, в изображении которых Леонардо оставался непревзойденным мастером. Новая анатомия, приведшая к открытию Гарвеем кровообращения, была столь же многим обязана мастерам-художникам, как и врачам.

Медицина эпохи Возрождения

Целесообразно рассмотреть здесь и важнейший вклад эпохи Возрождения в биологические учения, в центре внимания которых стояла медицина. Медицинские факультеты итальянских университетов представляли собой выдающееся исключение из царившей в этих университетах общей бесплодности и обскурантизма (стр. 218). В частности, медицинский факультет Падуанского университета имел наилучшую репутацию и привлекал к себе самые блестящие умы. Это не оказало особо существенной помощи развитию медицинской практики, ибо должны были пройти еще века, прежде чем химия и биология были настолько изучены, чтобы наука могла эффективно применяться в борьбе с болезнями. Однако эти медицинские факультеты сыграли огромную роль в развитии естествознания.

Итальянские врачи и множество иностранных студентов, приезжавших в Италию для изучения медицины, вовсе не изолировались. Они свободно общались с мастерами-художниками, математиками, астрономами и инженерами. По сути дела, многие из них сами занимались некоторыми из этих профессий. Так, например, Коперник получил образование и практиковал как врач, будучи, кроме того, администратором и экономистом. Именно эти связи придавали европейской, в частности итальянской, медицине характерный для нее описательный, анатомический и механистический уклон. Человеческое тело расчленялось на части, изучалось, измерялось, описывалось и объяснялось как

исключительно сложная машина. Объяснения эти были слишком элементарными; о большей части того, что мы знаем сейчас о функциях или истории эволюции органов человеческого тела, в то время не догадывались, да и не могли догадываться. Тем не менее новые *анатомия*, *физиология* и *патология*—последними двумя терминами мы обязаны великому французскому врачу Жану Фернелю (1497—1558),— по существу своему современные, были основаны на непосредственном наблюдении и опыте; оковы классического авторитета и магической традиции начинали разрушаться^{4,87}.

Эта работа по созданию новых наук нашла свое конспективное выражение в великом труде Андрея Везалия «De Humani Corporis Fabrica» («О строении человеческого тела». — *Перев.*), содержащем наиболее полное описание всех органов тела. И все же созданная Галеном классическая картина человеческого тела (стр. 176) все еще серьезно не критиковалась, и полезная анатомия продолжала служить вредной физиологии. Тем не менее основанной Андреем Везалием в 1537 году в Падуе школе предстояло выпустить несколько поколений анатомистов—предшественников Гарвея. Везалий стал лекарем императора Карла V. Соперник этого последнего, Франциск I Французский, имел в качестве врача человека, который во многих отношениях был полной противоположностью Везалия,—Амбруаза Паре (1510—1590). Это был настоящий ремесленник, необразованный, писавший на разговорном французском языке о том, что видел своими собственными глазами и делал своими собственными руками. Он революционизировал методы лечения ран, в частности огнестрельных, ставших столь обычными в смертоносных войнах того времени.

Инженеры. Леонардо да Винчи

В эпоху Возрождения профессии мастера-художника, архитектора и инженера не различались. Мастер-художник мог получить поручение своего города или государя или вызваться сам отлить статую, построить собор, осушить болото или соорудить крепостные стены города. Мастер-ремесленник всегда должен был знать свойства материалов и способы обращения с ними. Мастер-художник эпохи Возрождения должен был знать не только все это, но и еще многое другое: он должен был применять в своей работе геометрию и механику при сознательном подражании античности. Именно в этой области Леонардо да Винчи, каким бы первоклассным мастером-художником и естествоиспытателем он ни был, показал самые выдающиеся способности. Так, например, предлагая свои услуги миланскому герцогу, он перечисляет целый ряд военных механизмов, которые он умеет делать, и добавляет в конце: «Живописец я не хуже других»^{1,3}. Его записные книжки показывают, как ревностно изучал он работу металлостов и инженеров и как сам он стал первым выдающимся мастером в области *механики* и *гидравлики*. Его самой смелой попыткой, хотя и обреченной на провал, была попытка создать *механический летательный аппарат*—шедевр исследовательской мысли инженера, сочетавшей наблюдение за полетом птиц с постройкой моделей, расчетом и настоящими испытаниями^{4,66;4,113}.

Изучение бесчисленного множества механических аппаратов, предложенных и обрисованных Леонардо, начиная от прокатных станков до подвижных землеройных машин, раскрывает другой аспект трагедии его гения^{4,9}. Он мог изобретать машины чуть ли не для любой цели и рисовать их несравненно хорошо, однако почти ни одна из них и ни одна из наиболее важных не смогла бы работать, даже если бы он сумел найти достаточно денег, чтобы их сделать. Без количественного знания статики и динамики, без использования первичного двигателя вроде паровой машины инженер эпохи Возрождения фактически не мог даже выйти за пределы, установленные традиционной практикой. Заслуга его заключается не столько в том, что он сделал для развития машин, сколько во внушении образованному миру идеи о том, что действия природы могут быть объяснены с помощью механики.

Жизнь и труды Леонардо да Винчи иллюстрируют как надежды, так и неудачи эпохи Возрождения^{4.22}. Живописец по образованию, он в юности своими разносторонними дарованиями приобрел покровительство влиятельных лиц в период самого блестящего расцвета итальянского искусства. Однако практика живописи не удовлетворяла его; он хотел в то же время понять определяющую природу того, что рисовал, и света, благодаря которому он видел это. Отсюда его разносторонние занятия оптикой, анатомией, изучением животных, растений и горных пород. В то же время он все больше и больше увлекся изучением значения движения и силы. Именно для того, чтобы осуществить свои идеи на практике, он поступил на службу к наиболее сильному государю своего времени, Лодовико Моро, герцогу Миланскому, однако над ним нависла тень войны, и Леонардо смог достичь здесь очень немногого. После падения Милана в 1499 году он был вынужден скитаться некоторое время с Чезаре Борджа в его походах, затем находился на службе Флоренции и папы, скончавшись в результате изгнанием, будучи пенсионером Франциска I.

В течение всего этого времени Леонардо да Винчи стремился глубже проникнуть в определяющий смысл природы и общества. В этом ему помогло то обстоятельство, что он не имел университетского образования и, таким образом, ему не надо было переучиваться; но по той же самой причине у него не было ни систематизированного подхода, ни достаточных математических навыков для завершения развития своих идей или для того, чтобы убедить в их истинности других. Он не оставил после себя никакой школы и был скорее вдохновителем, чем руководителем.

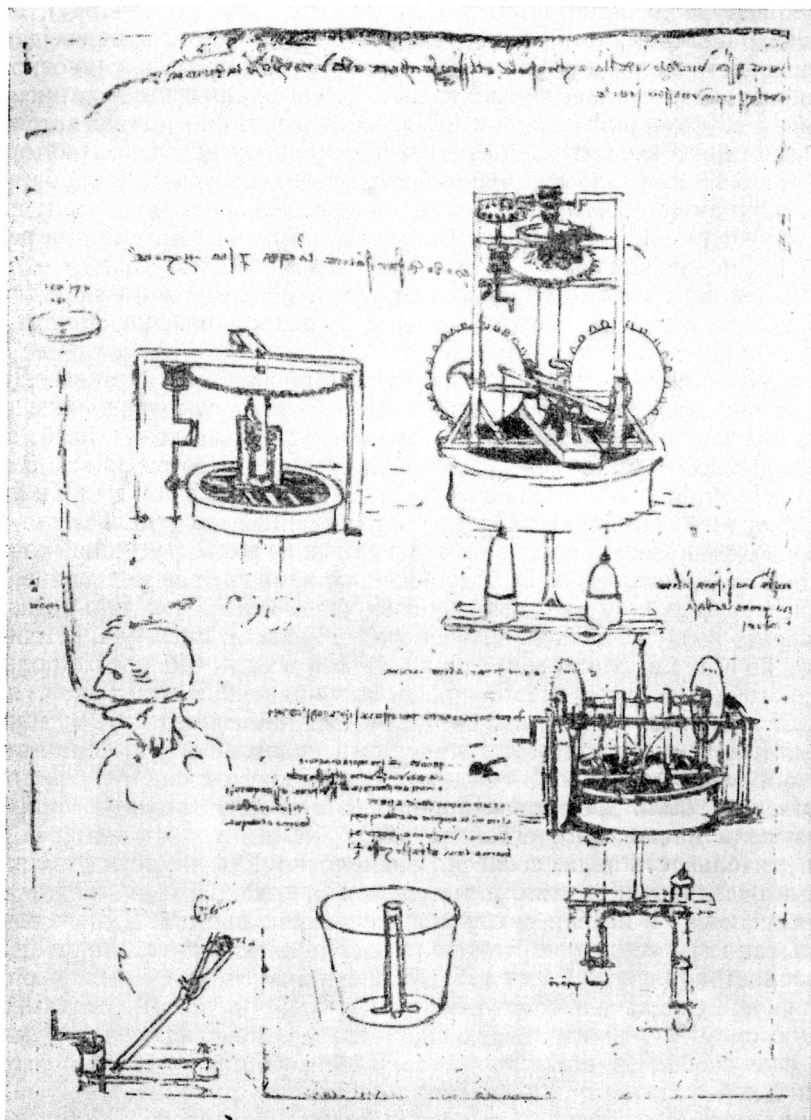
Техника эпохи Ренессанса

Прогресс техники эпохи Возрождения был наиболее велик в тесно связанных между собой областях горнорудного дела, металлургии и химии. Потребность в металле привела к ускоренному открытию шахт, сначала в Центральной Германии, а затем в Америке. Шахты Германии были рассадником капиталистического производства. На протяжении всего средневековья рудники представляли собой главным образом ряд единоличных или совместных предприятий «вольных шахтеров», которые были самостоятельными старателями и которые облагались налогами и защищались королем или монархом от вмешательства более мелких феодальных властей^{4.106}. С развитием крупных шахт «вольные шахтеры» объединились в *компании* и делили свою добычу по *паям*. Уже в XV веке существовала практика, при которой паями владели не знавшие дела компаньоны, которые помогали оплатить увеличивающуюся стоимость механизмов. По мере того как шахты становились более глубокими, росла потребность в насосах и откачивающих механизмах. Автор сочинения «*De Re Metallica*» («О природе ископаемых». — *Перев.*) Агрикола официально занимал пост горного врача в Блейберге (свинцовый холм) в Саксонии, однако он также имел пай в нескольких наиболее прибыльных рудниках. Опыт, накопленный в области силовой передачи и применения насосов, вызвал новый интерес к механическим и гидравлическим законам, который должен был иметь многостороннее значение для научной и промышленной революций. С упадком горнорудного дела в Германии, с началом религиозных войн немецкие шахтеры и металлурги перебрались в Испанию, в Новый Свет, и, что важнее всего, — в Англию, где они заложили технические основы ее будущего богатства.

Металлургия и химия

Плавка металлов явилась подлинной школой химии. Широкая разработка рудников связана с выявлением новых руд и даже новых металлов, например *цинка*, *висмута* (золотого металла), *кобальта* (от слова «кобольд» — горный эльф) и *купферникеля* (ложной меди). Способы обогащения этих руд и обращения с ними предстояло найти по аналогии и горьким опытом; однако при этом начала формироваться, сначала главным образом подспудно

общая теория химии, включающая окисление и восстановление, дистилляцию и амальгамацию. Количественный анализ с целью выявления содержания в руде драгоценных металлов представляет собой только плавку небольшого, но строго определенного ее веса. Такой анализ стал основой химического эксперимента и химического анализа (рис. 8).



Р и с. 9. Техника в эпоху Возрождения. Леонардо да Винчи.

Наброски проектов машин, по большей части нагнетательных насосов двойного действия, показывающие остроумные схемы зубчатых передач и спиральных кулачных приводов (стр. 215).

Свойства новых металлических субстанций не могли не оказать физиологического влияния, главным образом вредного, но иногда и благотворного, на тех, кто с ними работал. Так, например, девушки в шахтерских районах использовали мышьяк для улучшения цвета своего лица. Металлические компоненты начали вводиться в медицину в связи с их сильным воздействием

на организм и тем самым подорвали доверие к традиционным лекарственным травам. Особенно решающим было применение ртути там, где издавна использовались травы оказывались бессильными, а именно для излечения новой и страшной болезни—сифилиса, занесенного матросами Колумба.

Парацельс и учение о духах

Филипп Ауреоль Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм (1493—1541), называвший себя Парацельсом, чтобы подчеркнуть свое превосходство над выдающимся врачом древности Цельсием, был энергичным и полным энтузиазма основателем новой школы ятрохимиков (врачей-химиков). Он публично сжег книги Галена и Авиценны на базарной площади в Базеле и в истинно протестантском духе провозгласил превосходство непосредственного опыта над любым авторитетом. Хотя он и исходил из старых традиций алхимиков, переданных арабами и Раймундом Луллием (стр. 179), он сумел, однако, преобразовать их и изменить их направленность. К старым антиподам—*сере* и *ртути* он добавил нейтральную *соль*, установив тем самым «*tria prima*» («три начала». —Перев.)—элементы, противоположные аристотелевой четверке (стр. 119), как основание для своего *спиагирического* мастерства химии, отказавшегося от поисков золота во имя поисков здоровья.

Подход Парацельса к химии был откровенно анимистическим. Доктрина действия невидимых агентов, связанных со всеми самодвижущимися, или живыми, силами, является одной из старейших человеческих идей, зародившихся, вероятно, еще в древнекаменном веке. Она была связана с *дыханием*, которое первым приходило к каждому животному при его рождении и покидало его при смерти. О широком разветвлении этой идеи свидетельствует наличие в нашем языке множества слов, заимствованных из ряда других языков: *animal* (одушевленное животное), *afflatus* (священное вдохновение и дыхание, жизнь), *aspiration* (стремление к высшему), *ghost* (бестелесный дух, душа), *inspiration* (вдохновение, воодушевление), *psyche* (человеческая душа, ум, психическое), *spirit* (дух во всех смыслах), *soul* (душа). Самый воздух был своего рода духом, и его действие в телах, как это показывает появление пузырьков, является признаком активного *брожения*. Один из основных процессов химии—перегонка был главным средством улавливания невидимых духов, поднимающихся из кипящей жидкости. О том, что духи, находящиеся в спирте, действительно могущественны, было достаточно хорошо известно из того действия, которое они оказывали на пьющего его (стр. 191).

Вся деятельность тела, согласно физиологии Галена, осуществлялась несколькими отдельными духами, или душами: растительный, или естественный, дух, пребывающий в печени, возглавлял пищеварение; при встрече с животворящим дыханием в сердце он становился жизненным духом, который по артериям распространялся по всему телу; в желудочках мозга он, в свою очередь, очищался и превращался в животный дух, который, проходя по нервам, сообщал движущую силу всему телу. Хотя Парацельс и отвергал учение Галена, он, однако, еще свободнее понимал *духов*. Он изображал *духов*—*археев*, вроде маленьких кобальдов, ютящихся в рудниках, как руководителей различных внутренних органов (желудка, печени и сердца) как раз тогда, когда ангелы-управители были изгнаны из небесных сфер. Тем не менее ввиду присущей химии сложности, несмотря на то что это было скорее интуитивным и мистическим, чем рациональным, механистическим подходом, взгляды Парацельса должны были дать наибольшие результаты в развитии химии вплоть до ее революции в XVIII веке, и Парацельс занимает неоспоримое место в ее истории как основатель современной химии. Даже его *археи* вернулись в нее в значительно большем количестве, чем он себе представлял, в виде энзимов современной биохимии (стр. 473 и далее).

Металлосодержащие руды были не единственными минералами, занимавшими химиков эпохи Возрождения. Некоторые из этих последних, подобно

Бернарду Палисси (1510—ок. 1590), изучали почвы для того, чтобы найти новую глазурь для глиняной посуды, в то время, как европейские горшечники только еще начинали перенимать техническое совершенство персидских горшечников. Это было все еще задолго до того, как они научились изготавливать нечто похожее на китайский фарфор, или «чайна» («china»)*, как его до сих пор называют. Гораздо более важное экономическое значение имела добыча квасцов, которые играли важную роль в ткацкой и кожевенной промышленности. Обладание квасцовыми рудниками приносило большие доходы папству, основателю в 1462 году первый химический трест, *Societas Aluminum*^{3.38}. К несчастью, папские квасцы стоили дорого, а попытки добиться монополии на торговлю квасцами с помощью угроз муками ада были еще одной причиной, побудившей ткачей Севера принять Реформацию. В знаменитых индульгенциях, выпускавшихся папами для оплаты строительства собора св. Петра и побудивших Лютера выступить против Рима, мы находим среди прочих преступлений, за которые даже индульгенции не давали прощения, торговлю квасцами, добытыми из конкурирующих с папскими источников.

Другим крупным шагом вперед в области химии было совершенствование искусства перегонки, которое достигло такой степени развития и совершенства, что чуть ли не до середины XVIII века уже не подвергалось сколько-нибудь серьезным изменениям. Крепкие спиртные напитки не только получили широчайшее распространение в Европе, но и стали наиболее мощным средством воздействия на невежественных дикарей с целью заставить их отказаться от своей земли и даже от своей жизни, средством, уступающим в этом отношении только пороху. К концу эпохи Возрождения химическая лаборатория, с ее горнами, ретортами, перегонными кубами и весами, приняла такую форму, которая должна была привести без каких-либо радикальных изменений к лабораториям наших дней (рис. 8).

7.3. НАВИГАЦИЯ И АСТРОНОМИЯ

Путешествия и открытия

Технические усовершенствования в горном деле, в металлургии и обработке металлов были мало чем обязаны науке, хотя со своей стороны они дали ей очень много. Иначе обстояло дело, когда великие путешествия открыли для европейского капиталистического предпринимательства целый мир. Эти путешествия явились плодом первой сознательной постановки астрономической и географической наук на службу славе и выгоде. Естественно, что города Италии и Германии—Венеция, Генуя и даже такие континентальные города, как Флоренция и Нюрнберг с их обширной торговлей,—взяли на себя ведущую роль в теоретическом отношении. В этот период возрождается и расширяется греческая география, модернизированная отчетами старых путешественников, таких, как Марко Поло и Рубрук (Рубруквис) в XIII веке, а также результатами позднейших океанских плаваний. В то же время итальянцы и немцы усовершенствовали методы применения астрономии в мореходстве и начали кампанию за создание астрономических таблиц, достаточно точных и простых, чтобы ими могли пользоваться мореплаватели, и карт, по которым могли бы прокладывать курсы кораблей.

Практическая сторона этого дела интересовала в первую очередь португальских и испанских моряков, которые соединили последнюю попытку проведения крестовых походов с практическими поисками сахарных плантаций, рабов и золота. Теория и практика объединились во время правления принца Генриха Мореплавателя (1415—1460) в Сагрише, где мавританские, иудейские, германские и итальянские эксперты обсуждали новые путешествия с капитанами, знакомыми с Атлантическим океаном. Пурбах (1423—1451)

* «China» в переводе с английского означает «Китай».—Прим. перев.

и его ученик Региомонтан (1436—1476), работавший в Нюрнберге и позднее пользовавшийся помощью Альбрехта Дюрера, внесли серьезные исправления в альфонсинские таблицы (стр. 180). В этой работе они использовали старую систему Птолемея, но упростили вычисления с помощью созданной Леви бен Герсоном тригонометрии (стр. 180), возвратясь, таким образом, к арабам и опустив все математические достижения средневековья. Эти таблицы и методы непосредственно применялись в практике океанских мореплавателей, вооруженных угломерной рейкой Герсона. В конце XV века ревниво охраняемая турками монополия на торговлю с Востоком делала соблазнительной идею пробиться в Индийский океан не через Красное море, а иным путем. Теоретики спорили о двух возможных путях. Наиболее доступным казался путь вокруг Африки; его можно было попытаться пройти постепенно, шаг за шагом. За этот путь выступали португальцы. Он был успешно проделан в 1488 году, хотя достичь Индии Васко да Гаме удалось лишь в 1497 году. В то время ни у кого не было уверенности в том, что до Индии вообще можно добраться, поскольку страна эта могла простирается до самого полюса; однако легенды рассказывали, что карфагенянам удалось это сделать и что дорогой можно неплохо пожить.

Христофор Колумб и Новый Свет

По второму проекту, который обсуждался астрономами и географами-теоретиками вроде флорентийца Тосканелли (1397—1482), предполагалось плыть на запад через неизведанный океан, с тем чтобы достигнуть расположенного на другой стороне земного шара Китая. Однако дискутировать о такой гипотезе—это одно, попытаться же действительно осуществить ее, пустившись в открытое море,—было совсем другое. В народном представлении с такими путешественниками могло приключиться что угодно. Они могли плыть вечно; они могли свалиться за край света. Единственное, чего никто не предвидел, это возможность встретить на своем пути материк. Человек, который был готов предпринять такую попытку, всегда признавался королем мореплавателей и наиболее удачливым исследователем, «*A Castilla y a Leon Nuevo Mundo dió Colón*» («Колумб подарил Новый Свет Кастилье и Леону» (*исп.*).—Перев.), хотя на его долю достались одни только неприятности. На самом деле Колумб был очень далек от того, чтобы быть ученым или иметь сколько-нибудь ясное понятие о том, что собирался сделать^{4, 49}. Что у него действительно было, так это мистическое вдохновение, уверенность в том, что, плывя через океан, он может открыть новые острова и даже Катайю (*Cathaya*), или скорее в том, что он был избранным сосудом—Христофором, носителем Христа, которому было предназначено открыть описанные в Апокалипсисе «новое небо и новую землю». Именно это воображение, имевшее частично религиозный, частично научный характер, дало ему ту силу, которая позволила ему без всяких средств добиться в конце концов поддержки своего предприятия. Это было нечто, о чем прежде нельзя было даже и думать, что было достаточно трудно осуществить даже в беспокойном XV веке—веке путешествий. Колумбу в течение десяти лет пришлось торговать в розницу своей идеей в королевских дворах Португалии, Испании, Англии и Франции, но комитеты экспертов один за другим отклоняли ее. Наконец, лишь благодаря тайному воздействию ему удалось получить в свое распоряжение корабль водоизмещением в 100 тонн и две пинацсы, но одновременно он заключил контракт, обеспечивавший ему титул адмирала всех морей и крупную долю добычи в случае открытия им новой земли. Контраст между следовавшими одна за другой экспедициями португальцев вокруг Африки и дерзанием Колумба, поставившего все на карту, чтобы прямо пересечь Атлантический океан, схож с контрастом между техническим прогрессом, покоящимся на неуклонном совершенствовании традиций, и прогрессом научным, использующим разум для радикального слома этой традиции. Ибо сколь бы мистический характер ни носили побуждения самого Колумба, полученная им поддержка путешествий была оказана ему в силу практической оценки той

выгоды, которую можно было ожидать от подтверждения выдвинутой им научной гипотезы.

Колумб так никогда и не узнал, что открыл новый континент, который много лет спустя был назван по имени флорентийца Америго Веспуччи, образованного друга Леонардо да Винчи, более Колумба преуспевшего благодаря ведению записи своих открытий. Завершить доказательство открытия нового континента выпало в конце концов на долю состоявшего на службе Испании португальца Магеллана, который сделал это, показав, каким образом можно плыть вокруг земли. Сам Магеллан так и не закончил своего путешествия—он был убит на Филиппинах. Первым человеком, совершившим кругосветное плавание и вернувшимся к себе домой, был его раб малаец.

Экономические и научные результаты

Экономические результаты великих морских путешествий были и непосредственными и устойчивыми. Открытие нового морского пути явилось тяжелым ударом по традиционной сухопутной и транзитной торговле арабов, столь выгодной для них и для турок, и тем самым принесло огромные доходы португальцам, одновременно разорив венецианцев. Позднее эксплуатация рудников, сахарных и табачных плантаций Америки, основанная на широком применении труда рабов, захваченных в Африке, должна была обеспечить Испании и другим колониальным державам еще более высокие и устойчивые доходы. Однако вследствие отсталости экономической системы Испании богатства эти не сохранились в стране, ибо как эксплуатация рудников, так и торговля находились в руках иностранцев и получаемые отсюда средства шли на обеспечение капиталами промышленности Голландии и Англии.

Столь же решающее значение имели новые открытия также и для науки. Успех первых путешествий значительно повысил требования к кораблестроению и навигации. Он вызвал к жизни новый класс интеллигенции, искушенных в математике, подготовленных мастеров по производству компасов, карт и других инструментов.

Это положило начало созданию слоя людей, занимающихся наукой, обеспечило основы для профессиональной подготовки и предоставило средства на жизнь способной молодежи из всех классов общества. В Португалии, Испании, Англии, Голландии и Франции были основаны мореходные школы^{4,101}. Изучение движения звезд приобрело теперь практическую ценность (стр. 232), и астрономии уже больше не угрожало забвение, даже после того, как астрология вышла из моды.

С другой стороны, одновременное открытие как старых, богатых цивилизаций Азии, так и Нового Света—Америки, со всеми их странными обычаями и продуктами, привело к тому, что древнеклассический мир стал казаться провинциальным, и воодушевило людей сознанием достижения ими чего-то нового, о чем древние не могли даже мечтать. Новые области, ныне открытые для наблюдений и описания, требовали новых методов анализа. Морские путешествия поистине произвели столь же важный переворот в сфере интеллектуальной деятельности человечества, как и в сфере представлений о земле. Родоначальники Возрождения надеялись на новый век и трудились ради него. К середине XVI века они уже могли ощутить, что достигли этого века. Жан Фернель, гуманист и врач короля Франции, первый человек нового времени, измеривший градус меридиана, описывает этот новый дух в своем «Диалоге», относящемся примерно к 1530 году. Выступая в защиту новых способов лечения в медицине, он говорит:

«Но что было бы, если бы наши предшественники и их прародители просто следовали бы теми же путями, которые были проложены еще задолго до них?.. Нет, напротив, философам, повидимому, полезно будет перейти на новые пути и к новым системам; им полезно будет, если они не допустят, чтобы злословие или влияние древней культуры или полнота власти помешали всем тем, кто

этого хочет, открыто высказать свои взгляды. Таким путем каждый век порождает свою собственную плеяду новых авторов и новых искусств. Этот наш век видит славное возрождение искусства и науки после двенадцати столетий забвения. Искусство и наука достигли сейчас своего прежнего великолепия или даже превосходили его. Ни в чем этот век может не стыдиться себя, равно как и может не завидовать познаниям древних. Наш век вершит сегодня то, о чем античность и не мечтала... Доблесть наших мореплавателей покорила океан и нашла новые земли. Взором человечества открылись самые отдаленные тайники Индии. Западный континент, так называемый Новый Свет, о котором наши предки ничего не знали, сейчас уже в большей своей части стал нам известен. Во всем этом, а также во всем, что относится к области астрономии, Платон, Аристотель и философы древности достигли больших успехов, которые были еще значительно приумножены Птолемеем. И все же если бы кто-нибудь из них вернулся к нам сегодня, он нашел бы, что география изменилась до неузнаваемости. Мореплаватели нашего времени подарили нам новый земной шар»^{4.87.17}.

Коперниковская революция

Не случайно, что именно в области астрономии, столь тесно связанной с географией, произошел первый и в некоторых отношениях важнейший переворот во всей античной системе мышления. Переворот этот был вызван ясным и подробным описанием Коперником вращения Земли вокруг своей оси и движения ее вокруг неподвижного Солнца. Описательная астрономия была в то время единственной наукой, накопившей достаточно наблюдений и развившей достаточно точные математические методы, позволяющие ясно излагать гипотезы и проверять их с помощью цифровых вычислений. К тому же, как мы видели, она находилась в центре возродившегося интереса к ней с точки зрения использования ее как старой астрологией, так и новой наукой—навигацией. Все это само по себе могло бы и не привести еще к сколько-нибудь радикальному прогрессу. Профессиональные астрономы, подобно Пурбаху (1423—1461) и Региомонтану (1436—1476), считали старые, минимально усовершенствованные методы достаточно приемлемыми. Тем не менее именно им, а также самому духу эпохи Возрождения, побудившему их обратиться к греческим источникам, обязаны мы новой астрономией. Пурбах находился на службе византийского гуманиста кардинала Виссариона (ок. 1400—1472); ему было поручено папой провести реформу календаря.

Коперник внес в астрономию новый критический дух, правильную оценку эстетической формы и вдохновение заново отредактированных текстов античных авторов, которые могли быть использованы и для сопоставления взглядов древних авторитетов. Ибо, как мы уже видели, идея вращения Земли была отнюдь не новой. Она восходит к самому зарождению греческой астрономии и была сформулирована Аристархом в III веке до н. э. (стр. 128). Эта идея всегда существовала как альтернатива, хотя и парадоксально абсурдная, взгляда на движения звезд, ибо само собой разумеется, что Земля неподвижна, тогда как движение Солнца, Луны и звезд можно было видеть. Необходимы были мужество и наука, чтобы опрокинуть эту точку зрения здравого смысла. Человек, на долю которого выпало дерзнуть это сделать, при всей своей природной застенчивости обладал незаурядным мужеством и, как гуманист эпохи Возрождения, имел все основания желать осуществить этот решительный разрыв с прошлым.

Николай Коперник родился в городе Торунь (Польша) в 1473 году. Астрономии он изучал в Болонье, медицину в Падуе и юриспруденцию в Ферраре. Большую часть своей жизни он провел каноником в Фрауэнбурге. Поскольку этот кафедральный город был расположен на территории, которую оспаривали тевтонские рыцари и Польское королевство, Копернику нередко приходилось иметь дело с войной и администрацией; однако основные его интересы были всегда сосредоточены на астрономии, и он посвятил всю свою лич-

ную жизнь усиленным поискам более рациональной картины неба, результаты которых он в окончательной форме изложил в своей книге «Об обращении небесных сфер», напечатанной только в самый год его смерти, в 1543 году. В ней он постулировал систему сфер, в центре которых была не Земля, а Солнце, выдвинул мысль о вращении Земли и подробно показал, как это могло объяснить все данные астрономических наблюдений. Его обоснование революционного изменения имело, по существу, философский и эстетический характер^{3.1}. Говоря о своей гелиоцентрической системе и предполагаемом ею почти бесконечно далеком расстоянии до звезд, он пишет:

«...с этим можно согласиться тем легче, что это пространство наполнено множеством орбит, что допускают даже те, которые принимают Землю за центр. Нужно взять пример с природы, которая ничего не производит лишнего, ничего бесполезного, а, напротив, из одной причины умеет выводить множество следствий»^{4.84.19}.

И далее, описав орбиты планет одну за другой, он заключает:

«В середине всех этих орбит находится Солнце; ибо может ли прекрасный этот светоч быть помещен в столь великолепной храмине в другом, лучшем месте, откуда он мог бы все освещать собой? Поэтому не напрасно называли Солнце душой Вселенной, а иные—Правителем мира, Тримегист называет его «видимым Богом», а в «Электре» Софокла оно выступает как «Всевидящее». И, таким образом, Солнце, как бы восседая на царском престоле, управляет вращающимся около него семейством светил. Земля пользуется услугами Луны, и, как выражается Аристотель в трактате своем «De Animalibus», Земля имеет наибольшее родство с Луной. А в то же время Земля оплодотворяется Солнцем и носит в себе плод в течение целого года»^{4.84}.

И здесь мы также видим и возвращение к древнейшему, по сути дела магическому, взгляду на вселенную и прославление централизованной монархии, *le Roi Soleil—короля-солнца*.

Выдвижение *солнечной системы* не сразу дало свои результаты. Некоторые астрономы ценили ее как средство усовершенствования вычислений. В 1551 году на основе системы Коперника были составлены прусские таблицы, однако лишь немногие верили в их истинность. Солнечная система не только не соответствовала здравому смыслу, но и вызывала множество ученых возражений, в частности: как могла Земля вращаться, не вызывая сильного ветра или не отклоняя падения ядра. Все эти возражения были окончательно устранены Галилеем (стр. 236).

Тем не менее уже сама идея открытой Вселенной, только незначительную часть которой составляла Земля, потрясла старое представление о закрытых концентрических кристаллических сферах, созданных и поддерживаемых в состоянии движения богом. Если на Земле были новые миры, то не могли ли они быть также и на небе? Это было ересью, которая позднее стоила жизни Джордано Бруно.

Достижения эпохи Возрождения

В области идей первая фаза научной революции явилась главным образом фазой разрушения, хотя она и была озарена сиянием одной конструктивной гипотезы—блестящей гипотезы Коперника. Не только в астрономии, но и в других сферах научного интереса—в анатомии и химии—старые методы мышления оказались уже непригодными и неудовлетворительными. Хотя люди эпохи Возрождения сумели решить лишь немногие из поднятых ими проблем, они, по крайней мере, расчистили почву для разрешения также и всех остальных проблем в период великой борьбы идей последующего столетия.

В области же применения научных достижений на практике эпоха Возрождения, напротив того, ознаменовала период решающего прогресса. Как уже указывалось выше, усилия деятелей науки раннего средневековья постепенно выдохлись главным образом потому, что не могли найти для себя практического

применения. Успехи мореплавателей эпохи Возрождения обеспечили как раз то, что было необходимо—надежную и все возрастающую сферу практического применения научных открытий,—а наибольшая потребность ощущалась в астрономии и навигации, как раз в тех отраслях науки, которые лучше всего сохранились с классических времен и наиболее активно использовались для целей астрологии и составления календарей. Следующим шагом было обеспечение прогресса механики—создание новых машин, динамики и развитие артиллерийского дела. С этого момента будущее науки было гарантировано; она стала необходимостью для осуществления наиболее жизненно важных, активных и выгодных предприятий—торговли и войн. Позднее она смогла распространить сферу своего воздействия на мануфактурную промышленность, земледелие и даже медицину. Всеобъемлющее значение эпохи Возрождения заключалось в том, что она означала первоначальный разрыв с экономикой, политикой и идеями феодального средневековья. Большая часть конструктивной работы была еще впереди, однако возврата назад уже не было. Наука начинала накладывать свой отпечаток на историю.

7.4. ВТОРАЯ ФАЗА—НАУКА В ПЕРИОД ПЕРВОЙ БУРЖУАЗНОЙ РЕВОЛЮЦИИ 1540—1650 ГОДОВ

Период примерно с 1540 по 1650 год не получил в истории соответствующего наименования. Он был назван периодом контрренессанса^{4,4}, однако такое название указывает на значительно большую степень реакционности по отношению к предыдущей фазе, чем это действительно имело место. В эту фазу входят контрреформация, наглядным выражением которой явился стиль барокко, религиозные войны, свирепствовавшие последовательно во Франции (1560—1598), Нидерландах (1572—1609) и в Германии (1618—1648), создание Генеральных Штатов в Голландии (1576) и Британского содружества наций (1649). Из всех этих событий последние два должны были иметь в конечном счете величайшее значение. Они свидетельствуют о политическом торжестве нового класса—буржуазии в двух странах, где сконцентрировалась большая часть мировой торговли и мануфактурной промышленности.

В области науки этот период ознаменовался первым значительным торжеством нового опытного, экспериментального подхода к явлениям. Непосредственным началом этого периода следует считать впервые сформулированное Коперником разъяснение солнечной системы, концом же его—утверждение этой системы, невзирая на осуждение церкви, благодаря трудам Галилея. К этому же периоду относится данное Гильбертом в 1600 году определение Земли как магнита и открытие в 1628 году Гарвеем кровообращения. В это же время были впервые применены два величайших изобретения, расширивших возможности наблюдения природы,—телескоп и микроскоп.

Экономически в это столетие господствовали накопившиеся результаты морских путешествий, сказавшихся на развитии торговли, которую можно сравнить со старой внутренней торговлей Европы. Это столетие особенно отличалось огромным ростом цен, вызванным притоком американского серебра. Крушение феодальной системы землевладения в Западной Европе, особенно в Голландии и Англии, выбросило на рынок безземельных людей, и одновременно значительно снизился реальный заработок наемных рабочих. Следствием такого крушения явилось снижение стоимости продуктов при растущих ценах, а также увеличение емкости рынков, и одновременно это обеспечило избыток рабочей силы для промышленников. В результате неслыханно возросли богатства тех торговцев и промышленников, которые находились на новых океанских торговых путях, а стало быть, могли использовать новые ресурсы и обеспечивать новые рынки^{4,3;4,7}. В результате изменений торговых путей, с одной стороны, и войн, с другой,—экономика Германии—наиболее прогрессивная в Европе начала XVI века—должна была разориться.

То, что потерял старый центр, было с избытком компенсировано на периферии. Новый экономический центр Европы, а к тому времени, по сути дела, и всего мира переместился в страны, расположенные на берегах Северного моря,—сначала в Голландию, затем в Англию и Северную Францию. Здесь в отличие от других приморских стран—Испании и Португалии, где продолжали существовать феодальные отношения,—промышленность могла сочетаться с торговлей. Эмигрировавшие из Германии и Италии ремесленники быстро распространили среди северных народов, занявших сейчас господствующее положение, достижения эпохи Возрождения в области техники и ремесла. В то же время потребность в хлебе, необходимом для пропитания все увеличивающегося населения Голландии и Англии, а также в льне, строительном лесе, черной смоле и железе для их торгового флота стимулировала экономическое развитие прибалтийских стран, среди которых Дания, Швеция, Польша и Россия начали выступать как независимые державы.

Движущими силами этой второй фазы экономической революции были оказавшиеся в наиболее выгодном положении голландские и английские купцы, которых поддерживало процветающее земледелие и рыболовство. Богатство принесло буржуазии политическую власть, однако это далось ей нелегко. Прошли долгие годы борьбы и открытых войн, прежде чем короли—сначала испанский, а затем английский—были вынуждены признать, что они уже более не могут держать своих богатых голландских или английских подданных в феодальных условиях, которые являлись для последних помехой в погоне за прибылями. Внешне эта борьба велась по религиозным соображениям, и она имела хотя бы то оправдание, что политические и экономические убеждения и практика новой буржуазии более естественно выражались в кальвинизме, чем в католицизме или даже лютеранстве^{4.99}.

Прогресс техники

В техническом отношении это был век неуклонного прогресса, как по масштабам, так и по достигнутым результатам, без каких-либо революционизирующих новшеств, характерных для предшествовавшего и последующего веков. Сельское хозяйство попрежнему занимало господствующее положение, а в промышленности преобладала выделка шерстяных тканей. И тем не менее преобразования назревали. Благодаря опыту, а вместе с тем и мореплаванию улучшилось кораблестроение. Рост торговли и снижение транспортных расходов привели к значительно более широкому распределению богатств среди буржуазии. Такие редкие предметы роскоши, как шелк и стекло, стали обычными товарами, поскольку на европейских рынках начали появляться новые продукты, прибывавшие с Востока и Запада,—хлопчатобумажные изделия, фарфор, какао и табак. Живопись фламандской и голландской школ постепенно перестала служить религии и прославлению аристократии и начала изображать простых людей—кушающих, пьющих, веселящихся. Именно в это время голландцы установили образец буржуазного комфорта в городских и загородных домах и вкладывали крупные средства в садоводство и полеводство.

Доменные печи и чугун

Значительно более важные перемены, а именно перемены в методах производства менее полезных товаров, в частности железа, проходили почти незамеченными. Именно в этот период начали впервые решительно сказываться результаты тех преобразований в области металлургии железа, которые назревали в Европе уже с XIV века. Чугун был известен в Китае еще в I веке до н. э. (стр. 89), однако в Европе он появился, повидимому, независимо от этого. Производство чугуна является типичным примером решительных перемен, вызванных простым увеличением масштабов операций. В течение 3000 лет железо изготовлялось в небольших кирпичных горнах путем восста-

новления его из железной руды с помощью древесного угля и при низкой температуре. Полученный таким образом продукт имел вид вязкой массы (стр. 89). На протяжении средневековья печи постепенно увеличивались в размере, и дутье в них обеспечивалось с помощью мехов, приводившихся в действие гидрознергий. Иногда температура оказывалась достаточно высокой для того, чтобы расплавить железо и превратить ковкую крицу в неподатливого «козла»^{4.96}. Затем, в XIV веке, сначала в Рейнской области, возникла идея выливать расплавленное железо на пол в расположенную против печи яму, которая скоро и стала «свинкой»* с ее пометом «чушек». Вначале «чушковый» чугун только с трудом поддавался рафинированию, и усовершенствование этого метода шло очень медленно; однако, когда такой процесс получил широкое распространение, кричные горны уступили место новым *доменным печам*, и к концу XVI века железо начали лить тоннами, вместо того чтобы выдавать его по центнеру^{5.2}.

Те ограничения, которые высокая стоимость чугуна налагала на все технические приемы, были быстро устранены, однако образовалось новое узкое место, порожденное недостатком древесного угля, необходимого для выплавки больших количеств чугуна. Старые железнорудные районы, вроде Уилда в Суссексе, утратили свое господствующее положение, которое перешло от них к Швеции и России с их огромными лесными массивами. Железо было, несомненно, важным фактором, обусловившим благодаря торговле и войне выдвижение этих стран на мировую экономическую арену. Чугун использовался прежде всего и главным образом для производства оружия, особенно пушек, что стало возможным в результате применения опыта мастеров по литью бронзовых колоколов. Англия очень рано прославилась своими пушками, которые она сбывала, руководствуясь чисто деловыми соображениями. Вооружение галеона наиболее католического короля Испании было отлито в том же Суссексе^{4.96}, где было изготовлено вооружение язычника—алжирского бея.

Использование каменного угля

Недостаток древесины для плавки железа был только одной из ряда причин острого лесного кризиса, охватившего Голландию и Англию в конце XVI века. Общее оживление торговли подняло спрос на лес—для кораблестроения и строительства домов, для топлива, для приготовления поваренной соли, мыла, солода, равно как и для домашних надобностей,—спрос, который значительно превышал возможности местных лесов. Частично лес можно было импортировать, однако под рукой имелась и другая возможность, а именно—использование каменного угля, который еще с древнеримских времен добывался открытым способом в Нортумберленде и Шотландии, а в средние века уже нашел для себя незначительный рынок в Лондоне и даже на континенте как ископаемый уголь, лежащий на поверхности. И хотя он был довольно грязным, но все же использовался населением в качестве топлива, невзирая на законы, запрещающие это.

По мере того как на протяжении XVI века цены на дрова поднимались все выше и выше, каменный уголь находил себе все более широкое применение и добыча его быстро возрастала. За 70 лет, с 1564 по 1634 год, ежегодные перевозки угля из Ньюкасла выросли в четырнадцать раз и достигли примерно полумиллиона тонн^{4.73}. Соответственно потребовалось больше технических усилий для разработок угля в более глубоких, а потому легче затопляемых угольных копях. Это привело к использованию изобретений, заимствованных главным образом у европейских металлических рудников, усовершенствованных насосов и деревянных *рельсовых путей* для вывода вагонеток из шахт. Каменный уголь мог действительно разрешить проблему периодических топливных

* Игра слов: «sow» означает одновременно и «свинья» и «центральный желоб, по которому течет чугун».—Прим. перев.

кризисов, которые в прошлые времена гнали цивилизацию все дальше и дальше, в нетронутую лесную глушь. С этого момента центр промышленности, а вместе с ним и центр цивилизации должен был переместиться к каменноугольным месторождениям, где ему предстояло оставаться еще в течение, по меньшей мере, 400 лет. Именно этот, а не какой-либо другой фактор должен был привести к промышленному превосходству Англии. Даниэль Дефо, этот проникательный наблюдатель жизни, в своем описании Уэст-Райдинга в Йоркшире отмечал:

«...такова была щедрость природы в отношении этой ужасной во всех других отношениях местности, что здесь имеются две вещи, существенно необходимые как для ведения дел, так и для удобства населения, и притом в условиях, которых я не видел нигде больше в Англии; думаю, что подобного сочетания нельзя найти нигде в мире; я имею в виду залежи угля и проточную воду на вершинах самых высоких холмов: кажется, что мудрая рука Провидения устроила все это именно для той самой цели, для какой оно служит сейчас, а именно для мануфактур, которые в противном случае не смогли бы существовать; без них же пятая часть населения не смогла бы найти средств для своего существования, ибо земля не могла бы их прокормить».

Ни в отношении введенных в этот период технических новшеств, ни в использовании науки промышленный подъем конца XVI и начала XVII веков, получивший название первой промышленной революции, не может сравниться с великой промышленной революцией XVII века. И тем не менее сейчас мы видим, что первая революция была необходимым вступлением к революции XVII века. Прежде чем переход от техники, опирающейся на использование дерева и гидроэнергии, к технике железа и энергии угля стал мыслимым и возможным, переход этот должен был показать свою необходимость. Именно требования, предъявленные первой промышленной революцией к ограниченным ресурсам, которые удовлетворяли феодальную экономику средневековья, форсировали поиски новых ресурсов и новых технических приемов.

Прожектеры. Симон Стуртевант

И именно эти самые требования в конечном счете изменили отношение к новому. Раз прибыль была узаконена и новые методы сулили богатство, новизны теперь уже не боялись, ее приветствовали. Это было лавочкой, продававшей, так сказать, «новые образчики мысли», которым профессор Баттерфилд приписал рождение современной науки³⁻¹. Конец XVI и начало XVII века видели первых представителей из рода *прожектеров*, позднее названных *изобретателями*. Они не только говорили, как это делал Роджер Бэкон, о чудесных новых машинах, но и предлагали сами сделать их за известное вознаграждение, а иногда даже действительно делали.

Таким человеком был Корнелиус Дреббель (1572—1634), построивший подводную лодку, которую он показывал на Темзе; однако более выгодным предприятием оказалось для него изобретение алой краски. Такова же была позабытая и трагическая фигура Симона Стуртеванта, эксцентричного священника, задавшегося, однако, более высокой целью, состоявшей ни больше, ни меньше, как в «обработке, плавке и изготовлении железа, стали и других производных с помощью каменного угля, добываемого открытым или шахтным способом; основной целью этого проекта является спасение лесов и древесины нашей страны»,—так говорится в преамбуле к его остроумному «Трактату о металлах» (1612)⁴⁻⁹⁷. Кем был Стуртевант и в чем заключалась его тайна, может так и остаться совершенно неизвестным. Проблема, которую он перед собой поставил, не была решена на практике еще в течение сотни лет (стр. 333), однако он оставил после себя в высшей степени ценное, во многих отношениях непревзойденное мнение о технических и экономических аспектах изобретения, высказанное раньше, чем взошла заря промышленного века. Стуртевант начинает изложение с «Эвретики—искусства изобретать, учения о том, как находить новое и судить о старом». Его он подразделяет далее на «органиче-

скую» часть, посвященную постоянному капиталу, и «техническую», рассматривающую умение «мастеров». В своем анализе процесса изобретения он различает чертежи, модели—нереальные и реальные,—действующие модели, прототипы (оригиналы) и, наконец, «Великую механику», или крупное производство, «по величине организованное по образу и подобию Протопласта или с какими-нибудь полезными дополнениями, созданными на основе опыта позднейшего времени». Он хорошо понимал, с какими расходами сопряжено развертывание такого производства и каковы должны быть критерии его выгоды, а также имел ясное представление о средствах возрастания капитала. Чем же в таком случае объяснить полную его неудачу? Дело было не в отсутствии у него технических способностей—он доказал противное, изобретя фаянсовую посуду, которой мы пользуемся и поныне. Причина, повидимому, кроется в том, что условия того времени были совершенно неподходящими для подобного рода капиталистического предприятия, которое он предвидел со столь изумительной ясностью.

Стуртевант оценивал ежегодный доход от железной монополии в 330 000 фунтов стерлингов. В соответствии с этим он делил свое предприятие на 33 доли, из которых принцы и придворный фаворит Карр должны были получить 18; сам Стуртевант брал себе одну долю, а остальные 14 подлежали распределению между теми, «кто отважится на это предприятие, примет в нем участие или поможет его работе». Принимая во внимание процветавшую при дворе коррупцию, нет ничего удивительного в том, что из проекта Стуртеванта так ничего и не вышло. Двое из его компаньонов украли у него его самобытное изобретение, добились объявления его самого вне закона, а затем потерпели неудачу, пытаясь разработать процесс самостоятельно, поскольку это оригинальное изобретение в деталях является образцом туманности.

Современная промышленность не могла быть порождена феодальными условиями или даже прерогативой какого-либо монарха эпохи Возрождения, которому ввиду его расточительности не хватало денег и он постоянно оказывался жертвой обмана. Подлинный технический прогресс был осуществлен маленькими людьми, собирающими капитал из своих прибылей. Однако они смогли осуществить такой прогресс только в следующем столетии, когда были уничтожены привилегии королей, знати и корпораций ремесленников (стр. 333).

Новые философы-экспериментаторы

Именно в этой обстановке предстояло расти и созревать новой, еще только полупробудившейся европейской науке. Несмотря на широкое распространение привилегий и коррупции, обстановка эта отнюдь не была неблагоприятной. Даже движение контрреформации, которому удалось пресечь и повернуть вспять развитие протестантизма в Европе, не оказало подобного влияния на науку. Руководившие этим движением иезуиты были достаточно умны, чтобы понимать, что им легче будет покорить души, поощряя науку, а не слепо противодействуя ей. В соответствии с этим они полностью включились в научное движение, в частности в новую астрономию, и даже содействовали ее распространению и созданию обсерваторий в Индии, Китае и Японии. В то же время иезуиты действовали, как сторожевые псы, внутри науки, призванные ограждать истинную религию от всевозможного вредного влияния со стороны этого движения, и тем самым они, сами того не желая, поставили деятелей науки в протестантских странах, находившихся вне сферы их контроля, в более выгодное положение.

В XV веке наука не концентрировалась в Италии, а широко распространилась по всей Европе, хотя интеллектуальное превосходство итальянцев еще на некоторое время пережило политический и экономический упадок этой страны, ибо Италия, первая из западноевропейских стран порвавшая с феодальной традицией, продолжала оставаться центром европейской культуры еще долгое время после того, как утратила политическое и экономическое значение. Это

была упорядоченная культура, поскольку из всех европейских стран только в Италии университеты в своем большинстве добились введения новой системы обучения. Профессора их были к тому же одновременно и придворными и таким образом могли сочетать практическое знание света с совершенным знакомством и контактом со схоластической традицией. Из какой бы страны ни приезжали ученые—будь то Польша, Англия или Франция,—именно в Италии они получали знания, и именно здесь они выполняли свои лучшие работы.

Новые философы-экспериментаторы, или ученые, как мы назвали бы их сейчас (стр. 19), больше не были выходцами из самой гущи городского населения эпохи Возрождения; теперь это были скорее отдельные представители новой буржуазии—главным образом адвокаты, подобно Виету, Ферма, Бэкону; доктора—как Коперник, Гильберт, Гарвей; некоторые из них принадлежали к мелкому дворянству—Тихо Браге, Декарт, фон Герике и Ван-Гельмонт; к духовенству—Мерсенн и Гассенди; а один-два среди них, подобно Кеплеру, были даже блестящими представителями низшего сословия. В истории их изображают изолированными фигурами, однако в действительности ввиду своей крайней малочисленности они всегда гораздо легче и быстрее вступали в общение друг с другом, чем это имеет место среди ученых в наши дни в силу их многочисленности, а также в силу того давления, задержек в издании их работ и все растущих военных и политических ограничений, которым они подвергаются.

Научное просвещение. Грешем-колледж

В Голландии и Англии существовали даже зачатки научного просвещения с четко определенным уклоном в сторону мореплавания в подражание испанским и португальским школам первой фазы научной революции. Фламандцы Джемма Фризиус (Gemma Frisius, 1508—1555) и Герард Меркатор (1512—1594) показали, как нужно составлять точные навигационные карты. Непосредственно за ними следовали английские географы, первый из которых Джон Ди (John Dee) (1527—1608), хотя и более известный как астролог, был другом и советником многих выдающихся моряков времен королевы Елизаветы и может справедливо считаться первым английским ученым нового времени. Первым учреждением в Англии, обучавшим новой науке, был Грешем-колледж, основанный в 1579 году по завещанию сэра Томаса Грешема, одного из крупнейших лондонских купцов, финансового агента короны и основателя лондонской биржи. Он олицетворял союз между торговым капиталом и новой наукой. В отличие от Коллеж де Франс предыдущего поколения (стр. 258) Грешем-колледж был не просто гуманистическим учреждением. Лекции здесь должны были читаться как на английском, так и на латинском языке. Из семи профессоров колледжа двоим было предписано преподавать геометрию и астрономию, а остальным поручено читать лекции по навигационным приборам «для подготовки моряков»^{4, 48}. Грешем-колледжу предстояло в течение свыше столетия быть научным центром Англии и служить помощником Королевского общества, первые заседания которого происходили в его стенах.

Большинство ученых данного периода считали само собой разумеющимся то, что во времена древнего классицизма и средневековья было ересью, а именно что наука должна прежде всего заниматься естественным и созданным, а ее обязанность—быть полезной. Большинство из них состояло в то или иное время на государственной службе и пыталось оправдать это занятие практическими изобретениями как в мирных, так и в военных целях. Их оригинальность и индивидуализм были только кажущимися. Большинство мыслей были необходимо связаны с одинаковыми традициями, они использовали одни и те же методы и исходили из одних и тех же проблем. По сравнению как с особенным универсализмом эпохи Возрождения, так и с систематическим исследованием природы, характерным для последовавшей за ней эпохой организованной науки, эти проблемы были немногочисленны. Основными вопросами того времени считались вопросы, связанные с действием небес, которым могла пользо-

ваться астрономия для целей мореплавания, а также с движением метательных снарядов и машин и со сложным механизмом человеческого тела. Программа этих ученых уже не была чисто негативной, как это наблюдалось в первую фазу Возрождения; они намеревались не столько разрушить системы Аристотеля и Галена, сколько создать рабочие альтернативы. В этом стремлении они преуспели сверх всякого ожидания, хотя осуществление окончательного синтеза было уготовано веку Ньютона.

7.5. ОБОСНОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Потребовалось известное время для полного осмысления всего внутреннего значения произведенной Коперником революции в науке. Специалисты-астрономы наиболее склонны были приветствовать теорию Коперника за ее простоту и как средство, хотя и далеко еще не точное, улучшения астрономических таблиц. К ним присоединились те, кто нашел в этой теории убедительную иллюстрацию нелепости старого, средневекового аристотелевского мировоззрения, или те, кто был воодушевлен образом бесконечной вселенной, который она раскрыла перед ними. Наиболее выдающимся из этих ученых был Джордано Бруно (1548—1600)^{4,90}. Родившись в Ноле, близ Неаполя, наделенный пылким темпераментом и проникательным воображением, Бруно вскоре поссорился с доминиканским орденом, в который некогда вступил, и, покинув его, стал на путь скитальческой жизни, странствуя по всей Европе, дискутируя и публикуя книги и памфлеты, где мистицизм Луллия смешивался с идеей множественности миров. Его способности производили огромное впечатление как на магнатов, так и на ученых, однако его острый язык создавал ему больше врагов, чем друзей, и он был вынужден непрестанно скитаться. Наконец, в 1592 году, неосторожно рискнув появиться в Венеции, он был предан и отдан в руки римской инквизиции, которая восемь лет спустя сожгла его на костре как еретика. Бруно был мучеником не столько за науку, сколько за свободу мысли, ибо он не занимался ни экспериментами, ни наблюдениями, но до самого конца настаивал на своем праве делать из научных фактов любые выводы, которые сочтет нужным.

Бруно заставил людей думать и спорить о теории Коперника. На каждого католика, напуганного его казнью, приходилось, повидимому, столько же протестантов, вдохновленных его подвигом. Однако для того, чтобы теория Коперника могла упрочиться и найти себе полезное применение, потребовались более солидные аргументы. Этой теории в ее первоначальном виде не доставало точного описания орбит планет—что еще предстояло сделать астрономам,—а также убедительных аргументов для объяснения невосприимчивости движения Земли—задача, которая предполагала создание новой науки—динамики.

Ураниборг и Тихо Браге

Первая из этих задач была осуществлена двумя замечательными людьми—Тихо Браге (1546—1601) и его помощником Иоганном Кеплером (1571—1630). Тихо Браге, будучи сам по происхождению датским дворянином, сумел достаточно использовать влияние короля Фридриха II, чтобы построить в 1576 году первый подлинно научный институт того времени—Ураниборг—на острове Вен в Зундском проливе, собиравшем богатые сборы за проход судов и служившем основным источником богатства этой страны. Здесь с помощью специально изготовленных приборов он подобрал ряд точных наблюдений о положении звезд и планет, что превзошло все сделанное до сих пор в данной области. Работа Коперника оказала на Тихо Браге большое влияние, однако он предпочитал свою собственную систему, согласно которой Солнце обращалось вокруг Земли, а планеты—вокруг Солнца, что, конечно, представляет собой своего рода систему Коперника по отношению к неподвижной Земле. Фактически он избрал систему, наиболее соответствовавшую его наблюдениям, не сумев

щаяся ее абсурдностью с точки зрения физики. Доказав, что Новая Звезда 1572 года находилась в сфере неподвижных звезд, где, по его определению, не могло произойти никаких изменений, он уже тогда действительно разнес систему Аристотеля, хотя и не ставил перед собой такой цели. Тихо жил в переходное для астрономии время, как раз тогда, когда старая потребность в астрономических данных, использовавшихся почти исключительно для целей астрологии, а следовательно, субсидируемая только государями, уступала место новой потребности в более точных астрономических знаниях, необходимых для нужд мореплавателей.

Кеплер

Результаты работы Тихо Браге получили несравненно большее значение для прогресса науки после разработки их Кеплером. Кеплер был сыном бедных родителей, и жизнь его представляла сплошную цепь борьбы и лишений, которым он отчасти обязан своему странному характеру. Он явился первым крупным протестантским ученым, хотя проработал большую часть своей жизни в католических странах. В нем самым необычным образом сочеталось фантастическое воображение, серьезно зараженное кабалистикой, со скрупулезной честностью в отношении точности проводимых им измерений и вычислений. Главной побудительной силой его работы было мистическое стремление проникнуть в тайны вселенной, как об этом свидетельствует заглавие его первого труда: «*Mysterium Cosmologium*» («Тайна Вселенной». — *Перев.*)^{4.63}. Однако он должен был зарабатывать себе на жизнь, а он говорил: «Бог обеспечил всякое животное своими средствами существования—астрономов же он обеспечил астрологией». Кеплер был ассистентом Тихо Браге в последние годы его жизни, когда тот работал в шарлатанском алхимико-астрологическом институте, основанном в Праге императором Рудольфом II. Уже само по себе существование активных и субсидируемых научных исследований в Польше, Дании и Богемии являлось признаком нового экономического развития, которое переживали в тот момент эти страны, находившиеся на окраинах феодальной Европы.

Здесь Кеплер пытался найти наилучший способ изобразить движения планет одинаковой кривой. Коперник не мог еще избавиться от кругов и эпициклов, однако они были не только грубыми, но к тому же не могли соответствовать новым, точным наблюдениям. После многих неудач Кеплер нашел, что единственным объяснением для наблюдаемого им движения планеты Марс могло быть то, что орбита ее представляла собой эллипс, в фокусе которого находилось Солнце. Идея эллиптических орбит не была абсолютно новой; о ней говорил уже в XI веке Арзахель (1029—1087) из Толедо, который, однако, основывался на совершенно неверных данных. Успех Кеплера объясняется тем, что он жил в такое время, когда астрономические данные были достаточно точными для того, чтобы показать, что ни круг, ни комбинации кругов не соответствуют этим данным; вместе с тем они не были настолько точны, чтобы обнаружить, что орбиты представляли собой не строгие эллипсы, а более сложные кривые, что было объяснено лишь Эйнштейном.

Гипотеза эллиптических орбит и оба других закона с помощью которых Кеплер объяснил скорость движения планеты, обращающейся по своей орбите, не только устранили главное возражение астрономов против гипотезы Коперника, но и нанесли смертельный удар по взглядам Пифагора—Платона, считавших что небесные светила могли совершать только идеальные, то есть круговые, движения,—взглядам, которых придерживался даже Коперник. Однако эти чисто астрономические расчеты Кеплера не были решающим элементом, произведшим великую революцию в умах людей, которая привела к совершенно новому взгляду на вселенную, хотя им и суждено было стать основой наблюдений количественного динамического объяснения, разработанного позднее Ньютоном (стр. 262 и далее).

Телескоп

Решающим фактором, обусловившим признание нового взгляда на строение неба, оказалось не какое-нибудь дальнейшее расширение астрономических вычислений, оценить которые могли лишь специалисты, но доступное всем прямое физическое средство, позволяющее приблизить небеса к земле настолько, что можно было более тщательно изучать Солнце, Луну и звезды; иными словами, речь идет о телескопе, или подзорной трубе.

Сам *телескоп* не был, вероятно, научным изобретением: согласно довольно туманным сведениям, он появился в Голландии как побочный продукт производства очков. Легенда гласит, что это произошло около 1600 года, когда какой-то ребенок в мастерской Липпершея посмотрел через две линзы в окно и заметил, что находящиеся снаружи предметы стали казаться ближе. Тот факт, что для изобретения телескопа не понадобилось никакого научного гения, показывает, что к тому времени оно уже давно назрело. Нужда в телескопе существовала всегда, но ничего в этом направлении не делалось, поскольку это казалось несбыточной мечтой. Между тем средства создания телескопа существовали в действительности чуть ли не триста лет. Однако для случайного открытия телескопа нужна была, повидимому, только простая количественная концентрация производства оптики, сопутствовавшая большему накоплению богатства в XVI веке.

Галилео Галилей

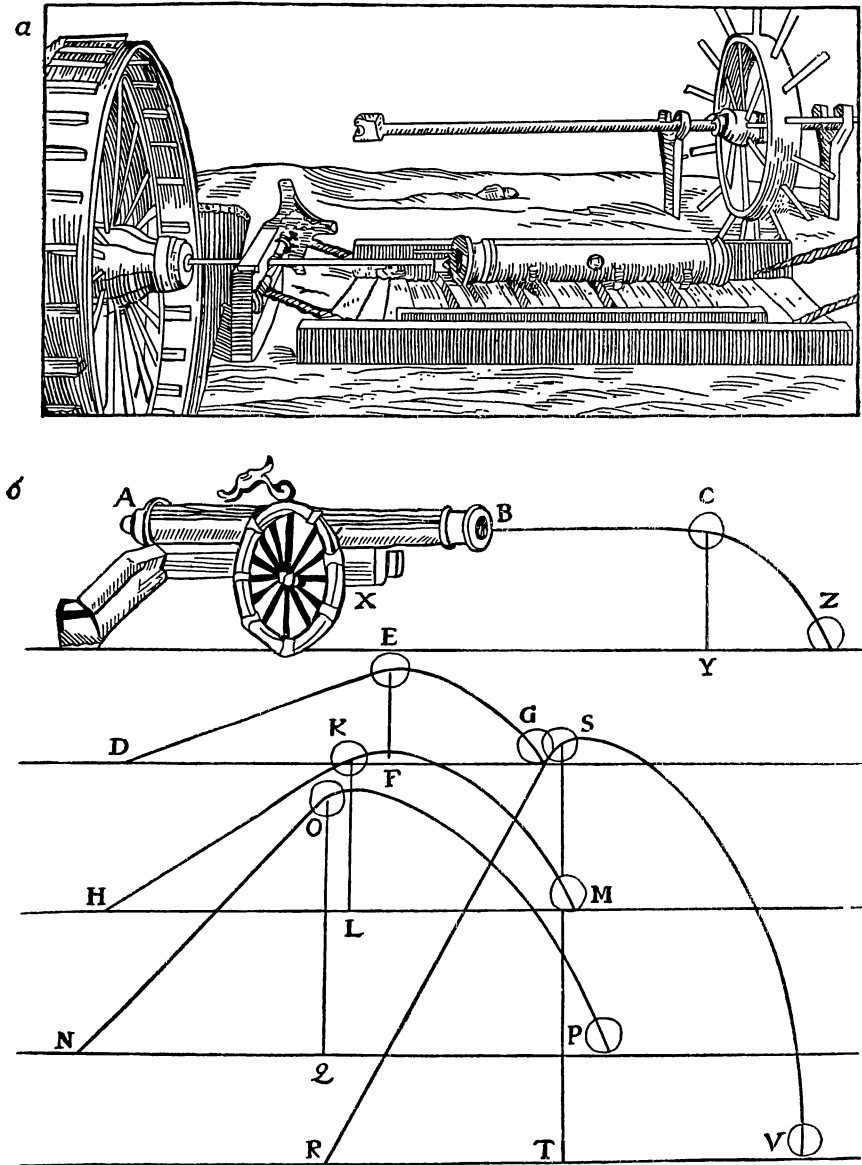
Телескопу суждено было стать величайшим научным прибором этого периода. Едва новость о телескопе дошла до профессора физики и военнотехнического дела в Падуе Галилео Галилея (1564—1642), как он решил сделать себе такой же прибор, чтобы направить его на небо. Галилео уже в то время был убежденным последователем Коперника, причем он одновременно глубоко интересовался движениями маятника и связанной с этим проблемой свободного падения тел. За несколько первых ночей наблюдения неба он увидел достаточно для того, чтобы разгромить всю аристотелевскую картину этой безмолвной стихии. Ибо Луна оказалась не совершенной сферой, а покрытой морями и горами; планета Венера, так же как и Луна, имела фазы, в то время как планета Сатурн казалась разделенной на три планеты. И, что важнее всего, Галилей заметил, что вокруг Юпитера вращаются три звезды или луны—миниатюрная модель системы Коперника, которую каждый смотрящий в телескоп мог увидеть собственными глазами.

При своем большом честолюбии и достаточном понимании материальной ценности своих открытий—чувства, которые он отнюдь не считал несовместимыми с чистым наслаждением открытием,—Галилей немедленно попытался продать титулы этих звезд сначала герцогу Флорентийскому (Медици), затем королю Франции и папе. Однако небесные почести показались всем им слишком дорогими.

Позднее, поняв более важное в практическом отношении значение использования движения этих небесных тел для определения долготы в море, он попытался продать этот секрет королю Испании и штатгальтеру Голландии, которые предлагали премии за открытие способа определения долготы, но так и не могли найти претендентов на соискание этих премий^{13.187}.

Однако для Галилея эти попытки были лишь второстепенным делом. Он сразу почувствовал подлинно революционный характер новых наблюдений. Здесь он мог каждому дать увидеть самому модель системы Коперника на небе. Это были знания, которые надо было не держать при себе, а распространять. В течение месяца, в 1610 году, он опубликовал то, что, несомненно, явилось самой ходкой научной книгой того времени—свой труд «*Siderius Nuntius*», или «Звездный вестник», в котором он сжато и ясно излагал свои наблюдения. Книга вызвала огромную сенсацию и все же не возбудила непосредственной неблагоприятной реакции. Суд над Галилеем должен был состояться еще только через

двадцать четыре года; и хотя в 1618 году с некоторой оговоркой* и было обнародовано осуждение воззрений Коперника, это обстоятельство не послужило



Р и с. 10. Пушка в эпоху техники и науки Возрождения.

а—сверление пушки с помощью гидроэнергии и вручную (стр. 239).

(Из «Пиротехники» Бирингуччо.)

б—траектория пушечных ядер, выпускаемых под различными углами. Правильность первой позиции обусловлена теорией импульса (стр. 232).

[Из «Instrumentos Neuvos de Giometria» («Новые геометрические инструменты», Геспеде, 1606 год).]

препятствием для оценки их как математического выражения движения небес. Некоторые упорные сторонники Аристотеля отказывались смотреть в телескоп,

* Речь идет, повидимому, об изданном в 1616 году декрете инквизиции, внесшем книги «Николая Коперника о гипотезах, относящихся к небесным движениям, краткий комментарий» в индекс запрещенных книг с оговоркой «впредь до исправления». — Прим. перев.

поскольку и так, с помощью чистого разума, прекрасно знали, что было на небе. Пока разум и наблюдение могут удерживаться в разных сферах рассуждения, не будет оснований для беспокойств.

Падение тел—динамика

Однако Галилео чувствовал, что одной проверки эстетического преимущества системы Коперника посредством наблюдения было еще недостаточно. Нужно было также обосновать его, объяснив, каким образом подобная система могла существовать, и устранив возражения, выдвинутые против нее в прошлом как философией, так и здравым смыслом. Следовало разъяснить, каким образом вращение земли может происходить без ураганного ветра, дующего в противоположную сторону, и каким образом тела, подброшенные вверх, не остаются позади. Это означало серьезное изучение свободного движения тел—проблемы, которая уже давно приобрела большое практическое значение в связи с целенаправленным бросанием метательных снарядов.

К этому времени начинала получать признание созданная Филопоносом (стр. 154) теория импульса, подхваченная арабами и разработанная парижскими номиналистами (стр. 179). Предполагалось, что снаряд, выпущенный из пушки, обладает импульсом или *vis viva* (живой силой), которая на некоторое время уничтожает его естественную склонность к падению вниз. В XVI веке Тарталья (1500—1557), Бенедетти (1530—1590) и другие развили эту мысль дальше, утверждая, что между своим стремительным подъемом и естественным падением снаряд совершает круговое смешанное движение, описывая траекторию, которая довольно близко приближалась к траектории мортирных ядер того периода. Однако ей недоставало логического или математического обоснования^{4.64} (рис. 10).

Экспериментальная физика

Галилею удалось то, что безуспешно пытались сделать другие, а именно—сформулировать математическое описание движения тел. Эта задача должна была стать главным делом его жизни, нашедшим свое полное выражение только в опубликованных уже после его осуждения «Диалогах о двух новых науках»*, но намечающимся в «Диалоге о двух главнейших системах мира»**, которому суждено было стать непосредственной причиной его столкновения с церковью.

Галилео начал подвергать сомнению все общепринятые воззрения, обратившись для этого к помощи нового метода—метода эксперимента. Бросал ли он фактически тяжести с верхушки Пизанской башни или нет, неважно; мы знаем, что для проведения точных измерений падения тел он использовал в своих опытах как маятник, так и наклонную плоскость.

Это были чуть ли не самые первые эксперименты в новой науке. Они отличались от экспериментов схоластов XIII столетия главным образом тем, что были скорее исследовательскими, чем иллюстративными, и в еще большей степени—своим количественным характером, позволившим связать их с математической теорией. Сам Галилей занял в отношении своих собственных опытов какую-то промежуточную позицию. Он однажды заявил, что проводит их не для того, чтобы убедиться самому, но чтобы убедить других. Галилей был непоколебимо убежден в том, что может объяснить природу с помощью разума. В этом смысле его опыты были скорее демонстрацией, чем экспериментами. Тем не менее он проводил их в действительности, в отличие от идеальных бумажных экспериментов, затуманивающих современную физику. И, что еще важнее

* Речь идет, очевидно, о работе Галилея «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению», опубликованной им в 1638 году в Голландии.—Прим. перев.

** Полное название этой работы—«Диалог о двух главнейших системах мира—птолемеевой и коперниковой».—Прим. перев.

получая неожиданные для себя результаты, он не отвергал их, но возвращался к исходному положению, подвергая сомнению свои собственные доказательства и тем самым проявляя насущно необходимое уважение к факту, являющееся отличительным признаком экспериментальной науки.

Математическое объяснение экспериментов Галилея над падающими телами оказалось значительно труднее самих опытов. Нужно было уяснить, как это тело, постоянно меняющее свою скорость, может иметь в данный момент определенную скорость. И действительно, Галилей начал с ошибки, предположив, что скорость падающего тела возрастает пропорционально пройденному им расстоянию, в то время как в действительности она зависит—позднее он сам пришел к этому выводу—непосредственно от *времени*, в течение которого данное тело падает⁶⁴. Для того чтобы понять законы свободного падения тел, а, следовательно, также и движения пушечного ядра в воздухе и Луны в небе, необходимо было уяснить весьма трудную для решения физическую идею о скорости в данный момент времени. Это соответствует математической идее дифференциала dx/dt , то есть отношения двух величин, остающегося постоянным даже в том случае, если сами эти величины становятся бесконечно малыми. Галилей использовал эти идеи без точного формулирования их. Соединяя точный эксперимент с математическим анализом, он решил сравнительно простую задачу свободного падения тел, показав, что в безвоздушном пространстве они описали бы параболическую траекторию.

Тем самым он создал первый определенный образец методов современной физики, которые должны были получить такое исключительно успешное развитие в последующие столетия. Действительно, до самого последнего времени введенный им точный физический метод принимался как *определенный* основной метод науки, такой, к которому в конце концов может быть сведена всякая другая наука.

Возрождение математики

Достижение Галилея и Кеплера стало возможным потому, что они в совершенстве владели новой *математикой*, расцветшей вместе с эпохой Возрождения. Виет (1540—1603) сделал решающий шаг, введя *символику* во все алгебраические доказательства путем применения буквенных обозначений для выражения как известных, так и неизвестных величин не только в алгебре, но также и в тригонометрии. Этот чисто технический прием значительно ускорил вычисления и устранил путаницу, неизбежно вносимую словесными обозначениями. Благодаря его работе, равно как и работе Кардано (1501—1576), а также Тартальи, можно было пользоваться алгебраическими методами для решения любой задачи, где величины могли быть выражены цифрами. Старая греческая геометрия еще не потеряла свой престиж, особенно с тех пор, как были найдены работы Архимеда, впервые изданные в 1543 году Тартальей; однако применение алгебраических методов значительно облегчало числовые расчеты. Огромным практическим шагом вперед было введение в 1585 году Симоном Стевином (1548—1620) десятичных дробей и Непером (1550—1617) в 1614 году логарифмов. Сокращение вычислений с крупными множителями способствовало значительному росту числа астрономов и физиков-практиков.

Для завершения цепи доказательств Галилею необходимо было связать математику с механикой. Решение этой задачи занимало его на протяжении всей научной деятельности. Леонардо искал способов количественного подхода к механике ощупью; Галилей, обладая преимуществом лучше поставленных экспериментов и более практически применимой математики, овладел им в полной мере. Он стал одним из основоположников научной техники. Другим основоположником был тот же Симон Стевин из Брюгге, первый выдающийся инженер новой Голландии, принимавший активное участие в освободительной войне. Ему принадлежит заслуга выведения законов сложения сил и создания количественной гидравлики.

Статика и динамика—первичные и вторичные качества

Чтобы ясно понять движение физических тел, нужно сначала рассмотреть действующие при этом силы—когда тело находится в состоянии равновесия, как это делает *статика*, затем—когда оно находится вне этого состояния, чем занимается *динамика*. Именно это и были те «Две новые науки»^{4,40}, в которых Галилей заложил основы не только законов движения, но и математической теории сопротивления материалов, при создании которой он опирался на беседы с мастерами-кораблестроителями. Галилей выразил более четко, чем кто-либо другой до него, мысль о том, что необходимыми и существенными свойствами материи—единственными свойствами действительности, к которым можно подходить математически, а следовательно, и с некоторой определенностью,—являются протяженность, положение и плотность. Все другие свойства—«вкус, запах, цвет являются по отношению к объекту, в котором они кажутся присутствующими, не чем иным, как простыми названиями. Они существуют только в ощущающем теле...» Это понималось приверженцами новой науки не как ограничение, а как программа сведения всех экспериментов к первичным качествам: «размеру, форме, количеству и движению».

Разрушение античной космологии

Чтобы новая математико-механическая наука Галилея завоевала всеобщее признание, ему нужно было сначала разрушить птолемееву систему небесных сфер, а вместе с нею, как он сам ясно видел, и всю аристотелевскую философию, представлявшую собой в течение почти 2000 лет основу не только естествознания, но и общественных наук. Галилей особенно подходил для выполнения этой задачи, поскольку, будучи в Падуе, он досконально изучил философию Аристотеля. Его нельзя назвать неблагодарным, однако он способен был опровергнуть своего учителя с помощью его же собственной логики и притом таким способом, которого не могли игнорировать схоласты, как бы неодобрительно они к нему ни относились. По сути дела, вся научная деятельность Галилея представляла собой скрытый протест против последователей Аристотеля, но первым открыто выраженным проявлением этого протеста явилась опубликованная в 1632 году его полемическая книга «Диалог о двух главнейших системах мира—птолемеевой и коперниковой», которую он посвятил папе. Здесь не на ученой латыни, а на доступном для всех итальянском языке он подверг безжалостной критике и высмеял официальные мнения по наиболее важному вопросу. То был первый великий манифест новой науки.

Суд над Галилеем

Брошенный им вызов не мог остаться без ответа и явился непосредственной причиной знаменитого судебного процесса. Галилей нажил себе столь же много врагов в науке, как и в церкви, и с выходом в свет «Диалога...» они удвоили свои угрозы. Сейчас трудно себе представить, что такой чисто академический вопрос, как вопрос о движении Земли и планет, мог явиться причиной столь ожесточенной борьбы; однако в те дни казалось, что на карту поставлено гораздо больше. После столетий ожесточенных дискуссий и ценой величайших интеллектуальных усилий выковался аристотелевско-христианский компромисс. Поколебать его не могли даже доктринерские споры эпохи Реформации. Если оставить без внимания этот вызов в одном существенно важном аспекте—в вопросе об устройстве небес,—то как далеко могли бы зайти нападки? Такие горячие приверженцы Коперника, как Бруно и Кампанелла (1568—1639), уже сделали из нового знания выводы, угрожавшие устоям церкви, правительства, общественной морали и самой собственности (стр. 183). Бруно был сожжен на костре, Кампанелла заключен в тюрьму на долгие годы; однако с Галилеем дело обстояло иначе: у него был большой научный авторитет и влиятельные друзья, его католицизм не подвергался сомнению, и, кроме как в науке, он вовсе не был революционером.

Судебный процесс, как и следовало ожидать, велся в рамках представлений и образа мышления церкви, а не Галилея, и потому результат его был предопределен. Однако интересен тот факт, что протоколы суда держались в секрете, по всей вероятности потому, что опасались, как бы их обнародование не разоблачило не суровость, а относительную снисходительность судей^{4, 109}. Папа и его курия больше боялись возможной реакции со стороны твердолюбых фанатиков церкви, чем со стороны ученых. Галилей был осужден и вынужден сделать свое знаменитое отречение, однако он подвергся только условному заключению во дворце одного из своих друзей. Находясь в уединении, он смог закончить свой труд о динамике и статике и опубликовать его в последние годы своей жизни.

Судебный процесс над Галилеем ознаменовал собой целую эпоху, ибо он драматизировал конфликт между наукой и религиозной догмой. Своим фактическим провалом, ибо приговор был весьма отрицательно воспринят почти всем ученым миром, даже в католических странах, процесс этот неизмеримо поднял престиж новой революционной экспериментальной науки, особенно в тех странах, которые уже свергли у себя власть римской церкви. Достижение Галилея выглядит как высшая точка наступления на старую космологию. С этого момента от нее молчаливо отказались, и астрономы-практики стали пользоваться созданной Коперником и Кеплером теорией солнечной системы. Сорок лет спустя законы, выведенные Кеплером путем наблюдений, были объединены с открытыми Галилеем законами динамики в ньютоновской теории всемирного тяготения.

Магнетизм. Норман и Гильберт

Синтез этот был обусловлен еще одним фактором из области физики, а именно экспериментальным изучением магнетизма, о котором мир узнал из опубликованного в 1600 году труда врача королевы Елизаветы Уильяма Гильберта *«De Magnete»* («О магните, магнитных телах и великом магните земли». — *Перев.*). Открытое экспериментальным путем явление, легшее в основу этого труда, а именно: склонение подвешенной намагниченной иглы, было замечено еще в 1544 году Гартманом (1489—1564) и детально изучено Робертом Норманом (ок. 1590 года)—моряком и мастером по изготовлению компасов, одним из первых ученых, не обладавших ни благородным происхождением, ни книжной ученостью. Он полностью сознает свои права, которые излагает в предисловии к своей книге *«Новое о притяжении»* (1581) следующим образом:

«...тем не менее я собираюсь, если на то будет божья воля, не умаляя их заслуг и не превознося своих, изложить открытую мною с помощью моих позднейших экспериментов истину, обнаруженную в этом камне и противоречащую мнению всех тех, кто писал об этом до сих пор. Я не намереваюсь прибегать к одним только голым утомительным умозаключениям или измышлениям, но по возможности кратко рассмотрю их, основывая мои аргументы только на опыте, разуме и демонстрации, что составляет основы мастерства. И хотя те, кто обучался в Математиках, могут сказать, как уже писали некоторые, что не дело механика или моряка заниматься этим; что не его дело и определять долготу, поскольку заниматься ею следует исключительно с помощью геометрических доказательств и арифметических вычислений, в каковых искусствах, как они утверждают, все механики и мореплаватели являются невеждами или, по крайней мере, недостаточно сведущими для того, чтобы осуществить такую задачу. При этом они ссылаются на латинскую пословицу Апеллеса: *«Ne sutor ultra crepidam»* («Сапожник должен судить не выше сапога», что примерно соответствует русской пословице «Всяк сверчок знай свой шесток». — *Перев.*). Однако я поистине думаю, что хотя образованные в этих науках, сидя в своих кабинетах среди книг, и могут измышлять великие дела, красиво излагая свои из пальца высосанные выдумки и в благопристойных выражениях высказывать пожелание, чтобы все механики за отсутствием дара слова передавали им все свои познания и идеи, с тем чтобы они могли строить на них свое

благополучие и использовать по своему усмотрению,—все же в Британии имеется немало механиков, которые, каждый по своей специальности и профессии, изучили эти искусства, как свои пять пальцев, и способны использовать их, каждый в своих целях, так же успешно и более охотно, чем те, кто их больше всего осуждает».

Я потому так подробно цитирую это высказывание, что оно представляет собой своего рода манифест, или вызов, который представители нового ремесла бросили старым схоластам. Этот вызов нашел отклик в полемических выступлениях Габриэля Гарвея (1545—1630), сына мастера по производству канатов, друга Спенсера, претендовавшего на те же права в литературе, которые в недалеком будущем должен был оспаривать сын перчаточника Уильям Шекспир. Гарвей пишет^{4, 51}:

«Тот, кто помнит математика и механика Гэмфри Коула, кораблестроителя Мэтью Бэйкера, архитектора Джона Шута, мореплавателя Роберта Нормана, оружейных дел мастера Уильяма Борна, химика Джона Хестера или любого другого столь же хитроумного мастера и искусного эмпирика (о Коуле, Бэйкере, Шуте, Нормане, Борне, Хестере будут помнить еще тогда, когда давно уже забудут более великого Кларка),—тот, кто помнит всех этих людей, будет гордецом, если осудит специалистов-ремесленников или любого здравомыслящего и трудолюбивого практика, хотя бы он и не получил образования в школах или прочел мало книг... А разве такие выдающиеся математики, как Диггс, Хариот или Ди, не относились с глубоким уважением к изобретательному механику? Пусть каждому человеку, какое бы положение он ни занимал, будет отдано должное; и пусть каждый честный механик, хороший дэдалист, искусный нептунист, чудесный вулканист и каждый, кто занимается искусством Меркурия, то есть, иначе говоря, пусть каждый, кто в совершенстве владеет мастерством, и каждый, кто является доктором своей тайны (*mystery*), пользуется уважением в полную меру своих заслуг, будь то на государственной службе или в частном ремесле».

Тем не менее схоластам предстояло выполнить и другие весьма важные задачи. Они должны были передавать познания прошлого новым ремесленникам-ученым до тех пор, пока все они не научатся стоять на собственных ногах; они должны были также с помощью своих связей со знатными и богатыми обеспечить признание и поддержку новых наук. Гильберт прекрасно выполнил обе эти функции. Его труд «О магните...», хотя и полный резких выпадов на латинском языке—которые любой Норман или Гарвей мог бы выразить на английском—против слепоты старых философов, был одновременно так хорошо подкреплён прочными научными знаниями, что заставил признать себя весь ученый мир, в то время как книга Нормана должна была принести больше пользы морякам и изготовителям компасов.

«О магните...»—выдающаяся книга как сама по себе, так и в смысле изложения новой научной позиции. Гильберт не ограничился одними экспериментами: он извлекал из них новые идеи и делал новые обобщения. Одной из таких идей, больше всего поразившей воображение общественности, была мысль о том, что именно магнитное свойство *притяжения* удерживает планеты в их орбитах. Это обеспечило первое правдоподобное и лишенное всякого мистического оттенка объяснение устройства небес. Оно определенно облегчило положение Ньютона, выступавшего против физически мыслящих ученых, которые могли представить себе силу лишь как результат столкновения соприкасающихся материальных тел.

Механика человеческого тела

Однако старые взгляды уступали место новым не только в области небес и тяжелых тел. Одновременно было проведено столь же успешное наступление на внутренний мир—на природу человеческого тела. Аристотелевская картина мира была, по существу, сосредоточена на изучении Земли и человека.

Предполагалось, что центр вселенной—человек—находится в непосредственном контакте со всеми ее частями благодаря различным влияниям и духам, связывающим его с планетными сферами. И сам по себе человек представлял собой маленький мир—микрокосмос. Деятельность этого мирка была тщательно разработана греческими врачами, кончая Галеном, чье описание органов человеческого тела стало таким же каноном, как и птолемеево описание небес. Новая анатомия эпохи Возрождения, в частности работа Везалия, показала, что представление Галена должно быть ошибочным; однако найти противоположное объяснение можно было лишь при условии совершенно нового подхода к этой проблеме—подхода, где анатомия сочеталась бы с возникшим в эпоху Возрождения новым интересом к механике—мехам, насосам и клапанам—и могла бы создать на их основе экспериментальную физиологию.

Гарвей и кровообращение

Разрешить эту задачу предстояло Уильяму Гарвею (1578—1657), англичанину из порядочной семьи, получившему образование в Падуе, что дало ему возможность сочетать итальянские традиции в области анатомии с новым увлечением экспериментальной наукой, начинавшим пробивать себе путь в Англии. Гарвей искал объяснение движения крови в теле на основе законов механики. Его труд «*Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*» («Анатомическое исследование о движении сердца и крови животных». —Перев.), опубликованный в 1628 году, представляет собой изложение нового рода анатомии и физиологии. Это уже не простое вскрытие и описание, а активное исследование, пример научного гидромеханического изыскания, проводимого с помощью практических экспериментов. Гарвею предстояло доказать весьма трудный случай: ему надо было преодолеть невозможность повторения того, что было,—быть Коперником, вынужденным вывести свою новую систему без Галилея, который подтвердил бы ее наглядным свидетельством. Он мог логически доказать, что кровообращение должно существовать, поскольку кровь выходила из одной половины сердца, а возвращалась в другую, причем через сердце она проходила в значительно большем количестве, чем могло одновременно находиться в самом теле. Но он не мог *видеть*, как она попадала из одной половины сердца в другую. Прояснить тонкие капиллярные сосуды, по которым она текла, предстояло позднее Мальпиги (1628—1694) с помощью другого нового оптического прибора—микроскопа.

То, что Гарвей установил посредством детального рассуждения, произвело в античной и галеновской физиологии такой же революционный переворот, какой был совершен открытиями Галилея и Кеплера в астрономии Платона и Аристотеля. Он показал, что тело может рассматриваться как гидравлическая машина, где нет места для таинственных духов, которые, как полагали, населяли его (стр. 131). Сам же он продолжал, однако, придерживаться скорее воззрений Коперника и Кеплера, чем Галилея, постоянно проводя параллель между телом человека и миром. Так, например, он пишет:

«Следовательно, сердце есть основа жизни и солнце микрокосма, подобно тому, как Солнце можно назвать сердцем мира. В зависимости от деятельности сердца кровь двигается, оживляется, противостоит гниению и сгущению. Питая, согревая и приводя в движение, кровь—этот божественный очаг—обслуживает все тело; она является фундаментом жизни и производителем всего» 4.5.56.

Таким образом, он отводит сердцу в теле то же самое главенствующее, центральное место, как и Солнцу во Вселенной. Прекрасно изложенное Гарвеем доказательство механики кровообращения придавало огромную убедительность идее о том, что организм представляет собой машину, хотя позднее выяснилось, что машина эта значительно сложнее, чем представляли себе люди XVI и XVII столетий.

Открытие Гарвея имело, однако, лишь очень незначительный непосредственный эффект в медицине, если не считать оправдание методов предотвращения смерти от потери крови, которые уже практиковались военными хирургами, вроде Паре. Однако это открытие было совершенно необходимо как основа для какой бы то ни было рациональной физиологии. Из работы Гарвея вытекало представление об организме, как о комплексе органов, своего рода «орошаемых полей», снабженных системой кровеносных сосудов, которая поддерживает общение каждой части со всеми остальными, обеспечивая их питание и химический обмен между ними.

Химия

Такое понимание должно было появиться только позднее, ибо успехи столетия с 1540 по 1640 год в области химии были далеко не выдающимися. Единственным человеком, занимавшимся химией и обладавшим недюжинным умом, был Ван-Гельмонт (1577—1644), дворянин, получивший медицинское образование, последователь Парацельса, мистические взгляды которого он разделял, хотя и не одобрял его напыщенности. Его идеи в области химии восходят еще непосредственно к ионийцам, считавшим воздух и воду единственными элементами. Однако это была не столько философская гипотеза, сколько вывод, основанный на эксперименте,—Ван-Гельмонт успешно выращивал ивовое дерево из семени в горшке, в который добавлял только воду. Он также первым ввел понятие и название «газ», или «хаос», и занимался его изучением, проложив тем самым путь для будущих успехов химии. Во всем же остальном химия продвигалась вперед своей медленной и неуклонной поступью, расширяя базу своего опыта, совершенствуя точность своих измерений и увеличивая масштаб своей деятельности, в частности в области перегонки спирта.

7.6. НОВАЯ ФИЛОСОФИЯ

К 1642 году, году смерти Галилея и рождения Ньютона, оба великих и стоивших больших трудов открытия—открытие вращения планет и кровообращения—прочно завоевали себе место в науке. Первая теоретическая задача научной революции была решена: классическая картина мира разрушена, хотя место ее заняли пока еще только грубые наброски новой. При этом удалось найти новые средства для понимания и покорения природы, однако лишь очень немногое из достигнутого могло быть использовано для общих практических целей. Даже телескоп явился скорее техническим, нежели научным изобретением. Прежде чем плоды революции в мышлении могли сказаться в практической жизни, необходимо было, чтобы таившиеся в новой науке возможности дошли до сознания не только ученых, но и нового класса предпринимчивых людей, делавших свою собственную политическую революцию,—торговцев, мореплавателей, промышленников, государственных деятелей и ранних прогрессивных капиталистов. Галилей начал осуществлять эту задачу, однако он жил в стране, которая уже растратила свой élan (порыв.—Перев.) и где под воздействием контрреформации быстро утверждалась реакция.

Пророки. Бэкон и Декарт

Завершение выполнения этой задачи должны были взять на себя два человека, происходивших из менее развитых в культурном отношении, но значительно более активных северных стран,—Бэкон и Декарт. Эти две крупные фигуры появились на стыке средневековой и современной наук. Оба были по самой сущности своей пророками и публицистами, людьми, которые уже видели возможности познания и поставили себе целью показать их миру. Оба они были по масштабам своих знаний универсалами, несмотря на все их различие в подходе к проблемам познания. Трудно было бы также найти двух более различных по темпераменту людей, чем своекорыстный, самодовольный,

а позднее и довольно напыщенный адвокат, всегда находившийся в центре общественных дел, и крайне замкнутый, одинокий бывший кондотьер. Но каждый из них был по-своему типичен для природы той научной революции, которая произошла в его стране.

Бэкон делал упор на чисто практическую сторону нового движения, на его применимость к совершенствованию ремесел, его полезную роль в создании более здоровой оценки окружающего мира. Живя при дворах знатных особ Англии времен Елизаветы и Иакова, он нашел, что стоящие перед ним трудности порождены не столько существованием застывших систем мышления, сколько потребностью заложить прочные, институционные основы новой, приемлемой для всех философии.

Такая философия была выдвинута не только для того, чтобы заменить ею устаревшие воззрения, но также и для приведения в порядок того хаоса умозрений, который вызвала к жизни реформация в Англии. Декарту же пришлось вести борьбу против средневековой системы мышления, укоренившейся в официальных университетах Франции, и ему удалось добиться успеха только с помощью логики, более ясной и интеллектуально более неотразимой, чем логика схоластов.

«Novum Organum» и «Discours de la Méthode» («Новый органон» и «Рассуждение о методе»)

Оба мыслителя занимались разработкой метода, хотя их представления о научном методе были весьма различны. Бэконовский метод состоял в подборе материалов, проведении экспериментов в широком масштабе и нахождении результатов, исходя из наибольшей массы очевидных данных, то есть по сути своей был *индуктивным* методом. Декарт же верил в острую проницательность чистой интуиции. Он утверждал, что, обладая ясностью мысли, можно открыть все рационально познаваемое, эксперимент же выступает главным образом как вспомогательное средство *дедуктивной* мысли. Но главное различие между этими двумя людьми заключалось в том, что в то время, как Декарт использовал свои научные познания для построения *системы* мира, системы, которая, будучи сейчас уже почти совершенно забытой, в свое время могла целиком вытеснить систему средневековых схоластов,—Бэкон вовсе не выдвигал никакой собственной системы, удовлетворяясь предложением создать организацию, которая действовала бы как коллективный строитель новых систем. Его задача, как он ее понимал, заключалась только в том, чтобы вооружить строителей новым орудием—логикой «Нового органона», с помощью которой они могли бы выполнить свое дело.

Таким образом, в этом смысле Бэкон и Декарт определенно дополняли друг друга. Бэконовское понимание организации непосредственно привело к созданию первого действенного научного общества—Королевского общества. Система Декарта, окончательно порвав с прошлым, выдвинула ряд понятий, которые могли явиться основой логической аргументации о материальном мире, проводимой строго количественным и геометрическим способом.

И тем не менее мысли обоих философов неизбежно были глубоко пропитаны средневековыми идеями, хотя у каждого из них это выражалось по-своему. Фрэнсис Бэкон продолжал традиции энциклопедистов, свего тезки Роджера Бэкона и Винцента де Бовэ (стр. 182), или, идя еще дальше назад,—Плиния и самого Аристотеля. По своим интересам он был прежде всего и главным образом естествоиспытателем и не знал, да и не испытывал никакой склонности к новой математической философии. Его метод был в значительной степени негативным, основанным на том, чтобы избежать «призраков», или ложной заманчивости идей, сбивших старых философов с пути. Воображаемый дом Соломона в его «Новой Атлантиде»^{4,6} был своего рода универсальной лабораторией, идеализацией обсерватории, созданной Тихо Браге в Ураниборге. В свою очередь этот дом должен был стать прообразом научных учреждений поздней-

ших времен. Хотя Бэкон и был сторонником эксперимента, сам он не занимался экспериментированием и так никогда и не понял до конца процесса абстракции и редукции, который необходим для извлечения истины из сложных ситуаций и которым с таким огромным успехом пользовался еще Галилей. Он думал, что для познания достаточно систематического повседневного опыта, очищенного от пагубных идей античности. Научные убеждения Бэкона не представляли собой чего-то оригинального, но являлись результатом чтения, в частности Телезио, которого он хотя и критиковал, но называл «первым из современников».

Итальянский ученый Телезио (1509—1588) первый порвал с Аристотелем, создав соперничавшую с аристотелевской систему. Большой заслугой Телезио был отказ от формальных и конечных причин учения Аристотеля и сохранение только материальных и действующих причин (стр. 117). В этом отношении за ним пошла вся позднейшая наука. Собственные воззрения Телезио напоминают воззрения Анаксимена. Вселенная, по его мнению, действовала благодаря внутренним силам тепла и холода. Это положение предвосхитило учение об энергии и содержало в себе некоторые идеи о сохранении энергии, однако количественно не более прогрессивные, чем Ян и Инь китайской философии (стр. 103).

С самого начала своей научной деятельности Бэкон проповедовал учение, согласно которому «истинной и закономерной целью наук должно быть обогащение жизни человека новыми открытиями и новым могуществом».

Бэкон считал себя не столько ученым и изобретателем, сколько вдохновителем науки и изобретения: «Я взялся только бить в колокол, чтобы собрать воедино другие умы». В своем замечательном исследовании о Фрэнсисе Бэконе профессор Фаррингтон пишет:

«Среди всех благ, которыми могло быть осыпано человечество, я не нашел ничего столь великого, как открытие новых ремесел, дарований и товаров для улучшения жизни человека. Ибо я видел, что среди первобытных людей доисторических времен авторы изобретений и открытий превозносились и причислялись к богам. И было ясно, что благие последствия прошлых дел основателей городов, законодателей, отцов народа, истребителей тиранов и подобных героев распространяются лишь на небольшие пространства и действуют в течение лишь незначительного периода времени, в то время как работа *изобретателя*, хотя и не такая показная и помпезная, чувствуется везде и сохраняется на веки вечные.

Однако, кроме того, если бы человеку удалось, не отказываясь от некоторых частных, но все же полезных изобретений, зажечь свет в *природе*—свет, который мог бы в самом своем распространении соприкасаться со всеми крайними областями, ограничивающими круг наших сегодняшних познаний, и освещать их и, который таким образом, продвигаясь все дальше и дальше, вскоре открыл бы и осветил все самое скрытое и тайное в мире,—этот человек (думал я) был бы поистине благодетелем рода человеческого, расширяющим власть человека над всей вселенной, был бы поборником свободы, завоевателем и покорителем нужд»^{4.37}.

Бэкон справедливо считался первым великим человеком, давшим науке новое направление и на этот раз определенно связавшим ее с прогрессом материальной деятельности.

Со своей склонностью к эмпиризму Бэкон неизбежно являлся противником всех предвзятых систем в естествознании; он считал, что при наличии хорошо организованной и обеспеченной лучшим оборудованием группы научно-исследовательских работников убедительность фактов привела бы в конце концов к истине. С другой стороны, метод Декарта более непосредственно исходил из метода схоластических школ с тем, однако, абсолютным различием, что он хотел установить не *их* систему, а *свою собственную*. В этом отношении он показал пример личного дерзания, которое было свойственно

великой освободительной эпохе Возрождения,— то самое дерзание, которое проявилось у великих мореплавателей, у *конквистадоров* в их полном пренебрежении к авторитету, характерном для конца периода феодализма и начала периода личного предпринимательства^{4.4}.

Система Декарта невольно включала в себя очень много от той системы, которую он хотел разрушить. В этой системе делался такой же упор на дедуктивную логику и самоочевидные посылки, однако, оттолкнувшись от них, он использовал *математику*, которой владел в совершенстве, чтобы прийти к выводам, абсолютно недоступным для его средневековых или даже древнеклассических предшественников. Главным вкладом Декарта в математику было применение аналитической геометрии, благодаря которой кривая может полностью выражаться в уравнении, связывающем значение координат ее точек с неподвижными осями. Это было больше, чем простое отражение геометрии в алгебре. Уничтожалось старое различие между греческой наукой о континууме — *геометрией* — и вавилоно-индийско-арабским исчислением чисел — *алгеброй*. С этого момента эти две отрасли науки объединились, чтобы совместно взяться за решение задач, которых до того времени никто даже не пытался решить.

В своих нападках на старую философию Декарт проявлял как осторожность, так и отвагу. Он не хотел идти на открытый конфликт с организованной религией, конфликт, приведший к осуждению и сожжению Бруно в католическом Риме и Сервета—в кальвинистской Женеве. Он приготовился быть сговорчивым и изобрел остроумный способ осуществления этого намерения, позволивший науке существовать в течение нескольких столетий ценой, которую мы только сейчас начинаем понимать.

Первичные и вторичные качества

Декарт точнее, чем кто-либо до него, сформулировал деление Вселенной, какой мы ее знаем, на физическую и моральную части. Другие философы, возвращаясь к арабам и средневековым последователям Дунса Скота, в том числе Роджер Бэкон и сам Фрэнсис Бэкон, оставляли место для познания, которое приходит только через веру или откровение (стр. 179), однако это благочестивое место было *ad hoc* (для данного случая.—*Ред.*) и вызывало возражение в том смысле, что оно предполагало иррациональность бога. Для Декарта такое деление стало неотъемлемой и рациональной частью философии. Оно представляло собой логическое следствие сведения им чувственного опыта прежде всего к механике, а затем к геометрии. Подобно Галилею, единственными физическими реальностями Декарт считал протяженность и движение, которые он рассматривал как «первичные» качества; другие аспекты существования, такие, как цвет, вкус, запах, он считал «вторичными». За их пределами простиралась область еще менее доступная для физики, область страстей, воли, любви и веры. Наука, согласно Декарту, занимается главным образом первой группой явлений—измеримым, составляющим основу физики, и в меньшей степени—второй; третьей группой явлений она не занимается вовсе, поскольку эти явления находятся в сфере откровения^{4.31}. Для Декарта животные, включая людей, представляют собой простые машины. Совершенно очевидно, что между чисто механическим человеком, управляющим своими органами тела в соответствии с принципами физики, и рациональным духом и волей, пребывающими в нем, должна существовать какая-то связь. Декарт сделал наивное, но, повидимому, совершенно серьезное предположение, что связь эта могла осуществляться через маленькую железу в верхней части черепа—шишковидное тело, рудиментарные глаза наших пресмыкающихся предков,—сейчас, однако, не выполняющее никаких видимых функций; поэтому было совершенно разумно предположить, что именно оно представляет собой если не вместилище, то, по крайней мере, место входа рациональной души.

Разделение религии и науки

Следствием проведенного Декартом деления явилось то, что оно обеспечило ученым возможность проводить отныне свою работу, не боясь вмешательства церкви, при условии, что они не будут вторгаться в пределы религиозной сферы. Конечно, избежать такого вторжения или воздержаться от него было очень трудно, и тем не менее в результате сложившегося положения появился тип чистого ученого, сторонящегося всего того, что могло вовлечь его в дискуссии религиозного или политического характера. До известной степени и сам Декарт, повидимому, сторонился таких дискуссий, поскольку, по слухам, когда, закончив свою «Систему мира природы», он узнал о суде над Галилеем, ему стало понятно, что в таком виде, в каком она написана, эта книга не годится. Церковь определенно решила, что для сохранности религиозных истин необходима именно система Аристотеля—Фомы Аквинского, и не собиралась допустить существования какой-либо другой системы, которая могла бы поставить эти истины под сомнение. Поэтому Декарт поставил перед собой задачу показать, что его системы могли так же убедительно, если даже не лучше, доказать бытие бога, как и более ранние философы. Из своего знаменитого первого дедуктивного вывода «*je pense donc je suis*» — «Я мыслю, следовательно я существую» он сделал заключение, что поскольку все люди могут представить себе нечто более совершенное, чем они сами, совершенное существо должно существовать. Система Декарта была настолько хорошо ограждена от нападков со стороны теологов, что, несмотря на протесты университетов, была принята в такой христианнейшей стране, как Франция, при жизни Декарта и продолжала существовать в течение столетия после его смерти.

Однако система Декарта, несмотря на обилие математических и опытных данных, по сути своей представляла собой великолепную поэму или миф о том, чем могла бы быть новая наука. В этом заключалась как ее привлекательность, так и опасность. Система Декарта явилась смесью заключений, прочно опирающихся на эксперимент, с заключениями, дедуцированными из первоначал, выбранных в соответствии с прославленным *методом* Декарта, исключительно в соответствии с их *ясностью*. С тех самых пор погоня за такой ясностью была и украшением и ограниченностью французской науки. Там, где это позволял характер познания, как, например, в динамике и химии XVIII века и в бактериологии XIX века, она могла быть использована для упорядочения целых отраслей подлинного, но хаотического знания. Во всех других областях система Декарта имела тенденцию к вырождению в бесплодные общие места и ложные упрощения.

Декарт сам до известной степени признавал ограниченность попыток создать философскую систему усилиями одного только человека и понимал, что надлежащее установление системы мира потребовало бы сотрудничества многих умов. В «*Discours de la Méthode*» («Рассуждения о методе». — *Перев.*) он пишет, говоря об опытах: «Я вижу также, что они таковы и их так много, что ни моих рук, ни моего дохода, если бы он даже в тысячу раз превышал нынешний, не было бы достаточно... Я предполагал изложить в написанном мною трактате и ясно показать в нем пользу, какую общество может из этого извлечь, чтобы им обязать всякого, кто желает вообще людям блага, то есть всех тех, кто действительно добродетелен, а не только притворяется таковым... сообщить мне об опытах, какие он уже произвел, и помогать в отыскании тех, которые еще остается произвести».

В другом месте он говорит, желая оправдать опубликование своих собственных выводов:

«...Эти понятия показали мне, что можно достигнуть познаний, очень полезных в жизни, и вместо той умозрительной философии, которую преподают в школах, можно найти практическую философию, при помощи которой,

зная силу и действие огня, воды, воздуха, звезд, небес и всех других окружающих нас тел так же отчетливо, как мы знаем различные занятия наших ремесленников, мы могли бы точно таким же способом использовать их для всевозможных применений и тем самым сделаться хозяевами и господами природы. А это желательно не только в интересах изобретения бесконечного количества приспособлений, благодаря которым мы без всякого труда наслаждались бы плодами земли и всеми удобствами, но главное—для сохранения здоровья...»

Таким образом, по своим конечным целям Декарт не многим отличался от Бэкона, о котором он при всяком случае отзывался с восторгом. Бэкон и Декарт совместно настолько подняли авторитет экспериментальной науки в глазах просвещенных кругов того времени, что она стала пользоваться таким же уважением, каким пользовалась у них литература. Начиная с этого времени новая натурфилософия, а не схоластическая философия стала центром внимания и дискуссий. В самом деле, по прошествии еще примерно двухсот лет ей удалось пробить себе дорогу в университеты Англии.

Теперь настало время значительного распространения этой естественной науки и ее первых плодов. В последующий период с 1650 по 1690 год должна была наконец произойти «великая ремонстрация», или, как сказали бы мы, реконструкция, о которой мечтал Бэкон.

«Я прошу людей поверить, что это не мнение, которого следует придерживаться, а работа, которая должна быть сделана; и я заверяю их, что работаю для того, чтобы заложить основы не какой-либо секты или доктрины, а блага и могущества человечества».

7.7. ТРЕТЬЯ ФАЗА—НАУКА ДОСТИГАЕТ ЗРЕЛОСТИ (1650—1690)

Третьей и окончательной фазы своего становления новая наука достигла во второй половине XVII столетия. С точки зрения интеллектуальной, как мы уже видели, почва для этого была подготовлена низвержением феодально-классических теорий в течение предыдущих ста лет. Хотя низвержение это сделало возможным дальнейший прогресс и укрепление науки, однако оно было не единственной и не главной причиной той вспышки активности, которая менее чем за пятьдесят лет фактически создала большинство отраслей современной науки. Этот интенсивный рост науки был более централизованным, чем когда-либо прежде или после этого времени. Главными его центрами были Лондон и Париж, ибо деятельные ученые Италии и Голландии не нашли таких центров выражения новой мысли в своих странах, тогда как в Центральной и Восточной Европе ученые еще не начали действовать.

Фактором, обусловившим возможность такого быстрого роста науки и благоприятствовавшим его централизации, было в первую очередь и главным образом установление в Англии и Франции устойчивых правительств, господствующую или, по крайней мере, важную роль в которых играла крупная буржуазия. В Англии гражданская война осуществила подлинную революцию, в которой более богатые купцы с помощью горожан и мелких землевладельцев забрали власть у короля и земельной аристократии. Но вскоре после своей победы эти группы рассорились между собой. Маленькие люди неизменно стремились к демократии и экономическому равенству^{6.180}, и как только Кромвель был устранен, купечество пошло на компромисс с лендлордами, в котором король Карл II выступил как первый конституционный монарх. Купцы продолжали господствовать в экономике, однако на сцене впервые появляется новый класс промышленников, вышедших частично из рядов купечества, частично из квалифицированных ремесленников. Огромный рост промышленности и торговли, имевший место после окончания гражданской войны, вместе с новыми возможностями мореплавания поощряли изобретательство в области механики. Во всех отношениях и время и место в высшей степени благоприятствовали росту науки в Англии.

Хотя Голландия и обладала огромными богатствами, она, однако, к середине XVII века начала клониться к упадку. Со времени революции, положившей конец господству Испании, прошло шестьдесят лет. Правительство ее уже почти не пользовалось поддержкой народа, которая обеспечила независимость страны, и находилось в руках объединившихся богатых купцов и землевладельцев. Вскоре Голландия, истощенная торговыми войнами и не имевшая достаточно развитой промышленности, должна была показать, что она уже не способна удерживать свое ведущее место. К концу XVII века некоторые из самых талантливых голландцев перешли на службу других государств, особенно в период развития Англии при Вильгельме Оранском, когда величайший голландский ученый Христиан Гюйгенс проделал большую часть своей работы в Париже, будучи членом Французской академии.

С другой стороны, во Франции революция была еще делом будущего. Разгром гугенотов показал силу феодализма и церкви; однако это был медленный процесс, полностью завершившийся отменой в 1685 году Нантского эдикта. К тому же эта сильная и расширяющаяся страна, в то время самая крупная и богатая в Европе, не могла стоять в стороне от общего экономического развития. Компромисс был достигнут благодаря тому, что дворянство поступилось частью своей власти за освобождение от налогов, за пенсии и пышные празднества в Версале. Исполнительная власть была сосредоточена в руках короля, однако его государственная машина являлась целиком буржуазной. Руководили ею главным образом умные адвокаты, *Noblesse de Robe* (дворянство мантии.—*Перев.*), из среды которых должно было впоследствии выйти немало ученых. Фактически этот компромисс действовал более или менее сносно только в начальный период самовластия Людовика XIV (1661—1683) под руководством делового Кольбера, и это в точности совпало со славным периодом в истории науки.

Другие страны Европы играли на научной сцене лишь второстепенную роль. Германия и Австрия только еще начинали оправляться от тридцатилетней войны (1618—1648); инквизиция почти полностью нейтрализовала Испанию и Португалию, в то время как в Италии последователи Галилея вели отважные арьергардные бои против сил клерикализма^{4.39;4.71}. Швеция, Польша и Россия продолжали оставаться главным образом странами-поставщиками сырья, переживая агонию только что навязанного им крепостничества, и хотя они были сильными в военном отношении, но на этом этапе еще только начинали вносить свой вклад в науку.

Le Grand Siècle

После крупных религиозных и политических волнений предыдущего столетия вторая половина XVII века была периодом относительного спокойствия и действительного процветания. Бедствия и войны не прекращались, однако оказывали удивительно мало влияния на работу ученых. Да и соперничество между отдельными странами не создало пока еще серьезных помех для свободы передвижения или общения. То был век сознательного построения цивилизации—*Le Grand Siècle*, и ученые пользовались тогда признанием и почетом как составная часть единого общего мира науки и литературы. Правительства и правящие классы всех ведущих стран имели известные общие интересы в торговле и мореплавании, равно как в промышленности и сельском хозяйстве. Эти интересы должны были обеспечить движущую силу для наивысших достижений третьей фазы научной революции—первой фазы развития науки, когда были сделаны организованные и сознательные усилия использовать науку в практических целях.

Это были те *плоды*, возвращать которые так настойчиво убеждал людей Бэкон тридцать лет тому назад; для сбора этих плодов были применены методы Бэкона—как экспериментирования, так и организации исследовательской работы. Люди, которым предстояло это сделать, были типичны для своего

века и своих народов. В отличие от придворных и университетских профессоров первых двух фаз развития научной революции, зависевших от покровительства государей, «виртуозами» XVII столетия были люди с независимыми средствами, в большинстве своем купцы, средние землевладельцы и преуспевающие представители свободных профессий—врачи, адвокаты и немало священников. Они, возможно, и добивались бы королевского покровительства, но мало могли рассчитывать на королевские деньги для науки; король Карл II так и не отпустил своему Королевскому обществу ни одного пенни и так ни разу и не нашел времени посетить его. «Виртуозы» должны были финансировать науку из своего собственного кармана. Однако карман этот был весьма вместителен и быстро наполнялся благодаря значительному расширению торговли, прибыли от которой текли теперь как раз в те страны, где процветала наука. Некоторые из этих «виртуозов» могли даже брать себе в помощь других ученых. Так, достопочтенный Роберт Бойль держал у себя на службе Гука, сына бедного священника, а Христиан Гюйгенс, лорд Цюлихемский в Голландии, использовал у себя Дени Папена из Блуа.

Такие люди были достаточно компетентны и заинтересованы в науке, чтобы проводить свои научные изыскания совершенно самостоятельно; однако по мере того, как их становилось все больше, они стали испытывать естественную потребность встречаться друг с другом для дискуссий и обмена знаниями, чему в значительной мере способствовали торговые и нивелирующие тенденции того времени. Они пошли еще дальше: вдохновленные пропагандой Бэкона, эти люди начали задумываться о позитивной организации, сознательно направленной на то, чтобы объединенными усилиями овладеть тайнами природы.

Основание научных обществ

Третья фаза научной революции соответственно представляла собой период образования первых хорошо организованных научных обществ—Лондонского королевского общества и Французской Королевской академии, поставивших перед собой задачу сосредоточить свое внимание на главных технических проблемах того времени—*накаливанию* и *гидравлики*, *артиллерийского дела* и *мореплавания*, одновременно чуть ли не нарочито избегая общих философских дискуссий. Прогресс науки особенно стимулировали проблемы мореплавания, ибо именно при нахождении их решений в замечательном синтезе Ньютона объединялись два элемента ранней науки—механика и астрономия. В последней части настоящей главы я попытаюсь проследить некоторые направления развития эксперимента и доказательств, приведшие к этому синтезу. Однако более важные практические результаты должно было дать изучение накачивания, которое должно было привести к открытию сначала *пустоты*, а затем газовых законов, благодаря которым в следующем столетии появилась паровая машина и произошла пневматическая революция в области химии.

С момента образования научных обществ наука окончательно утвердилась как общепризнанный фактор культуры. Идея научного общества была, как мы уже видели, очень стара. Она нашла свое выражение в ранней Академии (стр. 115), в Ликее (стр. 116) и в Александрийском музее (стр. 125). Нечто подобное представляли собой и исламистские, а также христианские университеты в ранней стадии своего развития; однако к XVII веку стало очевидным, что все это не могло удовлетворить новые потребности. Необходимо было что-то новое, что и появилось наконец отчасти как результат влияния пророков нового века, подобных Фрэнсису Бэкону, но главным образом как официальное оформление стихийных собраний людей, интересовавшихся наукой.

Выдающейся фигурой среди этих пророков был Ян Амос Коменский (1592—1670)^{4,72}, последний епископ моравской церкви. Рассматривая науку как составную часть всеобщего просвещения, которому он посвятил большую

часть своей жизни, он задумал создать «Пансофический колледж», где практиковалась и преподавалась бы новая экспериментальная философия. Вынужденный из-за Тридцатилетней войны покинуть Богемию, он вел странствующий образ жизни и пользовался благосклонностью передовых правительств за свои плодотворные педагогические методы. Государственные деятели новых национальных государств начали понимать, что для управления страной необходимы образованные светские люди. В 1641 году по приглашению парламента Кюменский прибыл в Англию, где надеялся основать свой колледж. Хотя в связи с трудностями того времени ему это и не удалось, его влияние все же сыграло некоторую роль в создании Королевского общества^{4.98}.

Фактически самыми первыми научными обществами были Accademia de' Lincei (Академия рысей, то есть «зорких, как рысь». — *Перев.*) в Риме (1600—1630) и Accademia del Cimento (Академия опытов. — *Перев.*) во Флоренции (1651—1667)^{4.8}. Обе эти академии, хотя в других странах они и послужили образцами для создания научных обществ, появились, однако, на итальянской арене слишком поздно для того, чтобы воспрепятствовать распространению влияния враждебных науке факторов, которые скоро привели к их закрытию. Судьба Лондонского королевского общества (1662 год) и Французской Королевской академии наук (1666 год) была более благоприятна. Все они первоначально возникли из ранних неофициальных собраний друзей, интересовавшихся новыми науками.

Французские ученые, и среди них Гассенди, воскресивший атомную теорию, встречались в доме богатого адвоката Пейреска в Эксан-Провансе еще в 1620 году^{4.25}. Подлинным центром французской науки была, однако, вплоть до его смерти в 1648 году келья францисканского монаха Мерсенна, который сам был незаурядным ученым. Он неустанно вел переписку, будучи своего рода главным почтамтом для всех ученых Европы, начиная от Галилея и кончая Гоббсом^{4.69}. Позднее собрания устраивались в доме другого адвоката — Монмора, и именно они явились основой для образования в конце концов Королевской академии.

Человеком несколько иного типа был Ренодо (умер в 1679 году), также сыгравший большую роль в создании научных обществ. Это был жизнерадостный и бесстрашный врач, который, к величайшему ужасу парижской профессуры, основал бесплатную клинику для бедных. Кроме того, он еще создал лекционный зал для научных собраний, издательство и агентство по найму, которые и давали основные средства для содержания всего предприятия в целом. Когда в 1661 году умер покровительствовавший ему кардинал Мазарини, врагам Ренодо удалось закрыть основанные им учреждения и задержать развитие народной науки во Франции более чем на сто лет^{4.25}.

В Англии сигналом для объединения новых ученых-экспериментаторов явился конец гражданской войны (1645 год). Большинство из них были по своим симпатиям сторонниками парламента, некоторые — пуританами, однако все они имели весьма отдаленное отношение к самой войне. Духовным руководителем этой группы был Джон Уилкинс, священник, который имел некоторые связи в политических кругах, женившись на сестре Кромвеля и став в конце концов епископом Честерским, и при всем том бывший непоколебимым сторонником новой философии. С ним были связаны математик д-р Уоллис и д-р Теодор Гаак, эмигрировавший из Германии, — первый, кто предложил собираться еженедельно, а также ряд врачей. После нескольких предварительных встреч в Лондоне они в 1646 году обосновались в Оксфорде. Непосредственно перед этим парламентская комиссия провела в данном старинном университете ряд реформ, и все свободные вакансии, как преподавателей, так и президентов факультетов, были заняты новыми членами «невидимой коллегии». Вплоть до реставрации в 1660 году Оксфорду пришлось — невольно и произвольно — стать центром нападков на Аристотеля, столь почитаемого здесь до и после этого периода. В Оксфорде эта группа усилилась тремя много-

обещающими молодыми людьми: достопочтенным Робертом Бойлем, сэром Уильямом Петти и д-ром Кристофером Реном, а также Робертом Гуком—человеком, которому, несмотря на его скромное звание, суждено было больше чем кому-либо другому содействовать успеху Королевского общества. Томас Спрат, один из членов этой группы, будущий епископ Рочестерский и историк Общества, писал об этом времени:

«Первоначально они ставили себе одну только цель—удовлетворение желания дышать более свежим воздухом и спокойно беседовать друг с другом, не опасаясь быть втянутыми в страсти и безумства этого мрачного века. И одного этого было бы достаточно, даже если бы учреждение настоящей ассамблеи не принесло никакой другой пользы, кроме того, что с ее помощью была подготовлена для следующего века целая плеяда молодых людей, чьи умы, получив здесь первые впечатления о *трезвом и обширном познании*, были непобедимо вооружены против всех очарований *энтузиазма*...

На какую более подходящую тему могла бы напасть такая искренняя и бесстрастная компания, как эта, какой предмет мог быть более подходящим для такого мрачного времени, как не *натурфилософия*?

...которая никогда не разбивает нас на смертельно враждующие фракции, которая дает место разойтись без злобы; позволяет нам выдвигать самые противоречивые домыслы, не вызывая опасности гражданской войны.

Их *встречи* были настолько частыми, как это позволяли их дела; заседания проходили скорее в действиях, чем в разговорах; они занимались главным образом какими-нибудь отдельными опытами в области *химии* или *механики*; у них не было ни какого-либо установленного устава, ни метода: их целью было скорее сообщить друг другу своих открытий, которые они могли сделать в таких узких рамках, чем объединенное, постоянное или систематическое исследование»^{4.93}.

Вначале эти ученые-дилетанты просто собирались, спорили, демонстрировали друг перед другом свои эксперименты, писали письма своим друзьям или коллегам в других странах. Дело научных сообщений и публикаций возникло из этого первоначально совершенно неоформленного, а затем все более регулярного обмена письмами. Позднее ученые как в Англии, так и во Франции почувствовали потребность в каком-то определенном учреждении, поскольку в процессе работы им стало ясно, что деятельность их может иметь серьезное практическое значение и что для проведения ее они должны иметь больше средств или получить более полное признание.

Процедура создания такого учреждения протекала в каждой из этих стран различно, в соответствии с характером их экономики. Во Франции, с ее строго централизованным правительством, такое учреждение, естественно, не только организовалось, но и оплачивалось королем. Кольбер создавал во Франции национальную промышленность, и поэтому нетрудно было уговорить его основать Академию наук в противовес академиям литературы и изящных искусств кардинала Мазарини. Но ведь для славы царствования *le Roi Soleil* (короля солнца.—Перев.) декорации и парадность были столь же необходимы, как и торговля. Кольбер покровительствовал таким отраслям промышленности, как шелкоткацкая в Лионе, производство фаянсовых изделий в Севре и выделка гобеленов в Париже; все эти три отрасли считались не менее важными, чем строительство судов для французского военно-морского флота^{4.7}.

В Англии же эпохи Реставрации, где сохранились еще остатки республиканской независимости и где подлинное богатство страны находилось в руках земельной аристократии и купцов, для создания научного учреждения требовалось лишь покровительство короля. Члены нового Королевского общества сами платили за свои собственные научные исследования. Членские взносы составляли один шиллинг в неделю. Собирать такие взносы было исключительно трудно, да и денег этих едва хватало на оплату секретаря и куратора, который «должен быть хорошо подготовлен в философской и математической

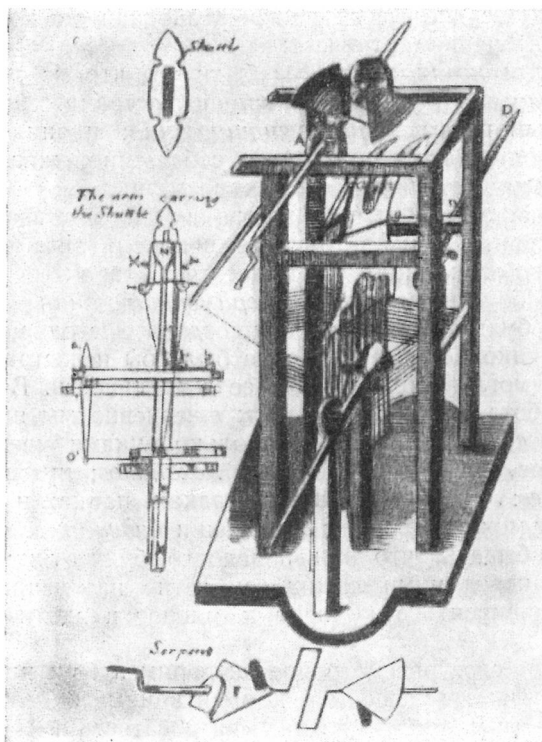
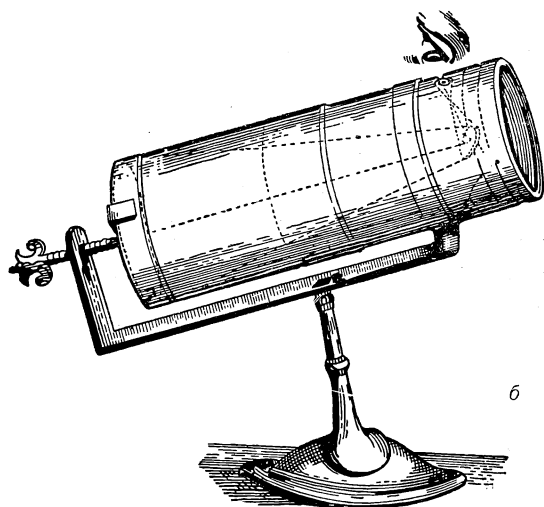
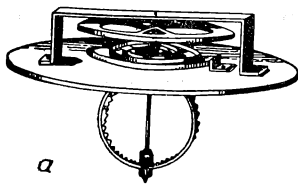
науках, достаточно сведущ в наблюдениях, исследованиях и экспериментах в области естествознания и искусства» и в обязанности которого входило «показывать Обществу во все дни его заседаний три или четыре серьезных эксперимента, не ожидая за то никакого вознаграждения до тех пор, пока Общество не будет иметь достаточных фондов, чтобы быть в состоянии вознаградить его труды»^{4.11}.

Необходимым следствием официального признания таких обществ явилось общее приспособление идей к церковным догматам и уклонение их от спорных вопросов в области политики и религии. Во Франции церковь весьма неохотно отказалась от своего настойчивого требования держаться системы Аристотеля и приняла предложенный Декартом компромисс (стр. 243). Иным образом произошел тот же самый раздел сфер влияния в Англии; здесь он порожден был волнениями Великого мятежа середины XVII столетия и желанием ранних ученых избежать бесконечных теологических и политических диспутов, которыми была занята в те времена большая часть интеллигенции. В проекте преамбулы к уставу Королевского общества, составленному Гуком в 1663 году, было записано, что задачей Королевского общества является производство экспериментов для «совершенствования познаний о натуральных объектах, а также всех полезных искусств, мануфактур, механической практики, машин и изобретений...» При этом Гук предостерегает от того, чтобы «вмешивать в это обхождение метафизику, этику, политику, грамматику, ретику или логику»^{4.11}.

Обещание и его осуществление. Первоначальные неудачи и последующие успехи

Интересно отметить, что как во Франции, так и в Англии полнокровная деятельность научных обществ как таковых продолжалась в течение сравнительно короткого отрезка времени; к 1690 году оба общества находились в плачевном состоянии, и возрождение их в XVIII веке фактически явилось воссозданием этих обществ. Их появление, всеобщая поддержка и вызванный ими в широких кругах общественности интерес был показателем того, что на науку смотрели в то время как на волнующее, интересное и, быть может, выгодное занятие. Именно этот последний момент послужил причиной возникновения серьезных трудностей. Фрэнсис Бэкон, подобно Роджеру Бэкону, жившему четырьмя столетиями ранее, ясно сознавал, что понимание природы было единственным средством заставить ее служить человеку. Однако между пониманием чего-то и его осуществлением—дистанция огромного размера. Фактически лишь в одной области—правда, весьма важной,—а именно в астрономии и мореплавании, новая наука, практически сведенная к математике и физике, была в состоянии принести реальную пользу. Сэру Антони Дину действительно удалось в 1666 году найти осадку корабля до того, как он был спущен на воду, но на практику кораблестроения это не оказало сколько-нибудь серьезного влияния. Королевское общество на ранней стадии своего развития сулило гораздо больше, чем могло осуществить, и это обстоятельство отчасти оправдывало в тот момент насмешки, которые оно вызывало со стороны интеллигенции, не имеющей отношения к науке, и наиболее известным примером которых является сатира Свифта «Путешествия Гулливера».

Однако в конечном счете результаты деятельности Общества должны были оказаться совершенно иными. Стимулируя «проникновение естествоиспытателей в ремесла» (стр. 254), оно смогло заложить основы той рациональной оценки и реконструкции традиционных ремесел и мануфактур, которые должны были вылиться в промышленную революцию следующего века. Действительно, непосредственным результатом его работы явилась центральная фигура этой революции—паровая машина, которая с полным правом может быть названа «философской машиной». Она явилась плодом работы не того или иного отдельного изобретателя, но группы ученых в Accademia del Cimento, Королевском обществе и Французской академии (стр. 323 и далее).



Р и с. 11. Эскизы инструментов и машин.

(Из ранних номеров «Философских трудов лондонского королевского общества».)
а—новое изобретение Христиана Гюйгенса из Цюлихема—весьма точные портативные часы (1675) (стр. 263).
б—новый катадиоптрический (отражательный) телескоп, изобретенный Ньютоном, членом Королевского общества и профессором математики Кембриджского университета (1672) (стр. 257).
в—новая машина для производства полотняной ткани без помощи ремесленника, преподнесенная Королевской академии г-ном де Жен, офицером морского флота.
 (Взято из «Journal de Scavans», 1678, стр. 289).

Наука становится институтом

Учреждение ранних научных обществ имело еще один, более основательный результат: оно сделало науку институтом, институтом со всеми его отличительными признаками, торжественностью и, к сожалению, некоторой долей помпезности и педантизма, присущих более старым институтам права и медицины. Эти общества превратились в действительности в юрии по делам науки, юрии, достаточно авторитетное, чтобы отстранить многих из тех шарлатанов и безумцев, которых широкие круги общественности едва могли отличить от подлинных ученых; однако, к сожалению, оно могло также выхолостить из самой официальной науки, по крайней мере на время, многие революционные идеи (стр. 328). Круг вопросов, которыми занимались ученые—члены научных обществ второй половины XVIII столетия,—как показывают их «философские труды», охватывал почти все без исключения аспекты естествознания и практической жизни, начиная от вычисления расстояний до звезд и кончая микроскопическими организмами, живущими в прудовой воде, от искусства крашения до таблиц смертности^{4.93}.

Первым манифестом вновь организованной науки была «История Королевского общества», написанная епископом Спротом в 1667 году, когда обществу исполнилось всего пять лет. Труд этот, как и следовало ожидать, вышел за рамки просто истории. Это была скорее программа и защита экспериментальной философии. Осудив всевозможные разновидности догматических философов, Спрат с одобрением отмечает:

«Третьим видом новых философов были те, кто не только расходился во взглядах с *древними*, но также правильно поставил себе целью идти медленным, но верным путем *экспериментирования*; и они шли этим путем, насколько им позволяла это краткость их собственной жизни или множество других их дел, или ограниченность их состояния».

Спрат выступает за прием в Общество людей всех званий и профессий, уроженцев всех стран, а затем затрагивает вопрос о *raison d'être* такого учреждения, которое, по его мнению, заключается в «характере *того века, в котором мы живем*. Ибо сейчас дух *экспериментирования* распространен так широко, что даже будь в нашей *стране* создана еще одна или две подобных *ассамблеи*, то и в таком случае у нас не было бы недостатка в талантливых людях, чтобы они могли поддерживать ее деятельность. Все места и уголки уже заняты, и работа в них уже кипит: ежедневно мы находим множество благородных редкостей, созданных не только руками ученых и профессиональных философов, но и в мастерских *механиков*; путешествиями *купцов*; плугом *землепашцев*; спортом в рыбных садках, парках и садах *дворян*; сомневаться поэтому можно только в отношении *будущих веков*. И даже им мы спокойно можем обещать, что они ненадолго будут лишены плеяды пытливых умов, ибо перед ними лежит так четко намеченный путь; ведь им достаточно только вкусить этих первых плодов и вдохновиться этим примером».

Он заканчивает свое рассмотрение экспериментов и инструментов, которыми пользовались члены Общества, комментариями о «манере их рассуждений» и необходимости устранить из них «витиеватость и напыщенность речи». Поэтому, говорит Спрат, они категорически

«...отказываются от многоречивости, отклонений и высокопарности стиля, чтобы вернуться назад к первоначальной чистоте и лаконичности, когда люди выражали так много *вещей* почти одним и тем же количеством *слов*. Они потребовали от всех своих членов конкретной, неприкрашенной, естественной манеры говорить; точных выражений, ясного смысла; врожденной непринужденности; изложения возможно близкого к математической простоте; и предпочтения языка ремесленников, сельских жителей и купцов языку остряков или схоластов».

Остается фактом, что стиль английского языка во второй половине XVII века был коренным образом упрощен^{4.61; 4.62}. Любопытен комментарий по этому поводу, написанный столетием позже Самуэлем Джонсоном на труд Спрата:

«Это одна из немногих книг, которая благодаря изысканности чувств и изяществу изложения не утеряла своей ценности до нашего времени, хотя она написана на расплывчатую и скоропреходящую тему. История Королевского общества читается сейчас не ради того, чтобы узнать, какие дела в нем тогда вершились, но чтобы посмотреть, как описывает эти дела Спрат»^{4.60}.

Центры интересов техники

Сначала казалось, что любую и каждую вещь можно усовершенствовать с помощью философского исследования. Тем не менее некоторые сферы интересов привлекли к себе особое внимание «виртуозов»*. Это были те сферы, где темы новой философии соприкасались с наиболее явно ощутимыми потребностями распространения ремесел и мануфактуры. Прежде всего это была разработка астрономии, существенно необходимой для плавания в океанах, и в частности для разрешения проблемы нахождения долготы. С ней была неразрывно связана также и проблема истинного устройства и действия солнечной системы, которая хотя и была к этому времени признана, но ей еще не было дано физического объяснения. К тому же именно астрономия обеспечивала наилучшую сферу для нового *математического* объяснения вселенной. Решение, к которому в конце концов пришел Ньютон, справедливо рассматривалось как величайший триумф новой науки.

Однако нельзя было допустить, чтобы эти интересы того времени затмили собой другие развивающиеся явления, которые в конечном счете оказались, по меньшей мере, столь же важными. В числе этих последних были *оптика* и *теория света*, которые благодаря телескопу были тесно связаны с астрономией и благодаря микроскопу — с биологией. Кроме того — *пневматика*, где технические приемы, разработанные в связи с открытием пустоты, должны были иметь в конечном счете такое громадное промышленное значение. Вопрос о *пустоте* также являлся центром философской полемики, восходившей еще к древним грекам. Новые, полученные экспериментальным путем, доказательства ее существования помогли возродить атомистическую гипотезу Демокрита. Возрожденная атомистическая, или корпускулярная, теория оказалась первым ключом к рациональным, количественным объяснениям в области химии, до тех пор остававшейся областью одних только технических рецептов и мифических объяснений. Химия в свою очередь была связана с началами *физиологии*. Все такие вопросы, как природа крови, функции легких, деятельность нервов и мускулов, а также процессы пищеварения, были предметом обсуждения и экспериментирования в духе новой материалистической философии. Этот круг вопросов не выходил за рамки проблем, доступных для понимания отдельных людей того времени, лучшим доказательством чему, безусловно, служат их жизнь и труды. Наиболее выдающимися среди них были Роберт Бойль и бывший в течение некоторого времени его ассистентом Роберт Гук.

Роберт Бойль

Достопочтенный Роберт Бойль родился в 1627 году в Лисморе. Он был седьмым сыном и тринадцатым по счету ребенком Ричарда Бойля, первого герцога Коркского, свирепого и удачливого стяжателя, жившего во времена королевы Елизаветы и умножившего свои угодья незаконным захватом чужих земель^{4.67}. Молодой Роберт провел годы, в которые юношество обычно осо-

* Термин «виртуозы» автор берет в его переносном значении, понимая под этим людей, достигших совершенства или необыкновенного мастерства в каком-либо деле.—
Прим. перев.

бенно восприимчиво ко всему доброму и злему, в пуританской атмосфере Женевы, где, подобно своим современникам Паскалю и Стено, подпал под влияние религии. Однако в отличие от Паскаля это не сделало его противником науки, а заставило стремиться использовать ее для поддержки откровения св. писания. Отчасти по этой причине, отчасти же потому, что в течение всей своей жизни он был тяжело больным человеком, Бойль вел аскетический образ жизни, не принимал участия в гражданской войне, посвятив себя новой экспериментальной философии и отдав ей свое крупное состояние. Он сотрудничал в «невидимой коллегии» в Оксфорде и был одним из первых инициаторов создания Королевского общества, где в 1680 году ему был предложен пост президента, но он отклонил это предложение ввиду своих сомнений относительно клятвы. Бойль, несомненно, представлял собой центральную фигуру в Королевском обществе начального периода его существования, подобно тому как Ньютон был центральной фигурой в период его расцвета. Перу Бойля принадлежит множество сочинений на религиозные и научные темы. Наиболее известными его трудами, если не считать работы об «Упругости воздуха», были «Святой любовник», «Химик-скептик» и «Безуспешность экспериментов». В результате раннего увлечения Бойля атомистической теорией появился его эпохальный труд о пустоте и газовые законы. Позже он уже не достиг таких успехов, отчасти из-за недостаточного математического и экспериментаторского искусства, но главным образом потому, что пытался объяснить химические проблемы неприменимыми к ним механическими теориями, не ожидая, пока будет накоплено достаточное количество фактов для разрешения их сколько-нибудь иными средствами. Его интересы распространялись также на физиологию и медицину, где у него было еще меньше надежды на значительные достижения. Тем не менее он заражал своими увлечениями и энтузиазмом других ученых, и многими из своих успехов в следующем столетии наука была обязана тем, что ее вдохновил Бойль. В лице Бойля мы можем видеть соединение пиетистского и филантропического аспектов новой науки. В нем сочеталось желание показать славу бога, открывающуюся в его творениях, со стремлением помочь своим ближним, и он фактически стал членом правления Бермудской и Ост-Индской компаний для того, чтобы претворить в жизнь свои планы обращения язычников в христианскую веру. Однако в отличие от средневековых пиетистов он показал себя в осуществлении этих целей крайне практичным человеком. В своем памфлете «Да будут блага человечества умножены проникновением естествоиспытателя в ремесла»^{4, 11} Бойль писал:

«...Я заканчиваю это замечанием, что поскольку вы, как я надеюсь, уверены в том, что экспериментальная философия может не только сама выиграть от проникновения в ремесла, но и в свою очередь содействовать их развитию, то благотворное влияние, которое она может на них оказать, является не последним средством, с помощью которого естествоиспытатель может использовать ее для расширения могущества человека. Ибо тот факт, что надлежащее управление различными ремеслами, совершенно очевидно, должно явиться заботой общественности, доказывается теми многими донныне действующими английскими писаными законами об управлении ремеслами дубильщиков, обжигальщиков кирпича и различными другими профессиями механиков, снизойти до которых не погнушались законодатели, чтобы разработать очень подробные правила и инструкции».

Роберт Гук

Бойль во многих отношениях представлял собой противоположность своему первому помощнику и неизменному другу Роберту Гуку. Если один из них был дворянином, снизошедшим до науки, то другой—бедняком, для которого наука, когда он ею занимался, была средством к существованию. Гуку, сыну священника с о. Уайт, удалось устроиться служителем в кол-

ледже Ориеля в то самое время, когда Бойль перебрался в Оксфорд. Он вскоре же привязался к нему и фактически делал для него, вероятно, всю его аппаратуру и проводил большинство его экспериментов по изучению пустоты и газов. Бойль, безусловно, показал себя не весьма блестящим экспериментатором после того, как Гук от него ушел. Когда было основано Королевское общество, Гук был назначен его куратором по экспериментам, и одновременно с выполнением своих тяжелых обязанностей он ухитрился пополнять свой скудный и нерегулярный заработок, руководя реконструкцией лондонского Сити после знаменитого пожара 1666 года.

Если бы Гук имел более обеспеченное общественное положение и не страдал от своего уродства и хронических болезней, он не был бы таким обидчивым, мнительным и сварливым человеком и его выдающаяся роль в истории науки получила бы полное признание. Если Бойль представлял собой душу Королевского общества, то Гук был его глазами и руками. Он был величайшим физиком-экспериментатором до Фарадея и, подобно ему, не имел математических способностей Ньютона и Максвелла. Гук интересовался механикой, физикой, химией и биологией. Он изучил упругость и открыл то, что называется законом Гука, кратчайшим в физике: *ut tensio sic vis* (растяжение пропорционально силе); он изобрел круговой пружинный маятник, применение которого сделало возможным создание точных часов и хронометров; он написал «Микрографию», первый систематизированный обзор микроскопического мира, включающий и открытие клеток; Гук применил телескоп для астрономических измерений и изобрел микрометр; вместе с Папеном он подготовил почву для создания паровой машины.

Его величайший вклад в науку, только сейчас начинающий получать признание,—это провозглашение им оригинальной идеи о всеобщем законе квадрата и всемирном тяготении. Здесь, как мы видим, он был превзойден блестящими математическими достижениями Ньютона, однако в настоящее время становится ясным, что лежащие в основе их физические идеи принадлежали Гуку и что он был совершенно несправедливо обойден в признании его заслуги в выдвижении этих идей (стр. 263). Жизнь Гука служит иллюстрацией тех возможностей и трудностей, которые встречал на своем пути талантливый экспериментатор XVII века. Она также наглядно показывает, какие огромные запасы изобретательности и научной проницательности тысячами скрывались в мозгу и руках мастеров-естествоиспытателей.

7.8. СОЗДАНИЕ НОВОЙ КАРТИНЫ МИРА

Отличительной чертой этого периода было *экстенсивное* исследование, охватывающее всю область природы и созданного человеком, и *конструктивная* теория в тех частях, где могли быть применены математические методы. Не было больше необходимости, как в предыдущий период, сосредоточивать все усилия на ниспровержении физики Аристотеля или физиологии Галена. Теории Коперника, Галилея и Гарвея признавались новыми «виртуозами» почти единодушно. Однако в отличие от своих предшественников они пытались придать им более глубокий физический и философский смысл. Первой в этой области была система Декарта, подчеркивающая простое протяжение, полное и непрерывное заполнение вселенной тонкой материей, движущейся путем удара от одной частицы к другой. Это была теория о *заполненности* пространства.

Корпускулярная философия. Гассенди

Однако в это время начинала давать о себе знать другая, более старая точка зрения. Нападки на Аристотеля открыли путь Демокриту и его атомистической теории (стр. 107). Внимание научного мира к этой проблеме привлек образованный и проницательный математик и философ, провансаль-

ский священник Гассенди (1592—1655). Не будь он по природе таким скромным и застенчивым, его современнику Декарту не так-то легко было бы затмить его, ибо его влияние на науку было очень велико. Он был известным астрономом—первым, кто наблюдал движение планеты Меркурий, и одним из основателей метеорологии—первым, кто изучал паргелии (ложные солнца) и северное сияние. Гассенди сделал гораздо больше, чем воскрешение старых атомистических теорий в том виде, в каком они были созданы Эпикуром и Лукрецием; он превратил их в учение, куда вошло все то новое в физике, что было найдено в эпоху Возрождения. *Атомы* Гассенди представляли собой частицы, обладающие массой и инерцией, и двигались они в *пустоте*, существование которой доказали последователи Галилея. Данное им определение атомов чуть ли не дословно такое же, как у Ньютона в его «Оптике», изданной пятьдесят лет спустя. Гассенди так убедительно обосновал эту точку зрения, что она была принята всеми натурфилософами, не принадлежавшими к числу ревностных приверженцев декартовой заполненности с ее вихрями.

Было очевидно, что *корпускулярная гипотеза* соответствует математикомеханическим наклонностям того времени. Следуя динамике Галилея и Декарта, было значительно легче разработать теорию движения таких маленьких, подобных точке, частиц, чем части гомогенного пространства. Благодаря набожности Гассенди атомы были также очищены от их атеистических, разрушительных ассоциаций (стр. 108). Он сделал явным то, что подразумевалось новой механикой, приписывая богу не извечное управление материальным миром, а только толчок, который он дал всем атомам в начале времени и который по воле провидения должен был определить все их будущие движения и сочетания.

Философские инструменты. Оптические стекла

То, что новая наука опиралась на экспериментирование, предполагает применение приборов и, в частности, инструментов, изготовленных специально для этой цели. Тем не менее материальное оснащение учения новой эпохи было попрежнему самым простейшим. Только телескопы должны были иметь большие размеры и стоили очень дорого. Чуть ли не в любом доме можно было устроить *лабораторию* (или возведенную в этот высокий ранг рабочую комнату), где могли разместиться несколько реторт и перегонных кубов, весы, микроскоп и несколько инструментов для анатомирования, один из новых воздушных насосов, термометр и барометр. Все остальное мастерили сами ученые. И с таким оборудованием могли совершаться величайшие открытия во всех отраслях науки. Для удобства изложения, прежде чем перейти к центральному вопросу того времени—механике небесных тел, целесообразно рассмотреть открытия в области оптики, пневматики, химии и физиологии.

Именно практическое и случайное открытие телескопа в начале XVII века вызвало новый интерес к оптике, ибо, поскольку этот инструмент уже существует, необходимость его усовершенствования привела к поискам объяснения того, как он работает. В процессе таких поисков открываются научные принципы, ведущие к созданию других инструментов. Оптика XVII века выросла главным образом из попытки уяснить природу рефракции, на которой был основан телескоп, и устранить дефекты, обнаруженные в нем вскоре после его изобретения.

При разрешении первой проблемы—природы рефракции—оказалось необходимым начать с того, на чем за 400 лет до того остановились Альгазен (стр. 165) и его средневековые последователи—Дитрих фон Фрейбург и Вителлон (стр. 180). Они установили, что при встрече с более плотной средой лучи отклоняются или преломляются—рефрактируются. Однако этим ученым не удалось найти закона рефракции, и поэтому они не могли вычислить действие линзы. Голландец Снеллиус (1591—1626) открыл правильный закон преломления, который Декарт присвоил себе и объяснил его движением

частиц света, по необходимости вынужденных перемещаться в преломляющем теле быстрее, чем в воздухе, что было неверным выводом, приведшим позднее к большой путанице. С открытием закона Снеллиуса оптика, повидимому, становилась нераздельной частью геометрии, что должно было бы привести к созданию совершенных телескопов. Однако действующие телескопы оставались раздражающе несовершенными. В частности, звезды через телескоп казались окруженными цветными ореолами. Тот факт, что свет, проходя через прозрачные тела, появляется в цветах радуги, был уже давно известен. Для объяснения радуги ученые средневековья проводили даже многочисленные опыты с призмами, однако они не пошли дальше установления того факта, что красный цвет преломлялся меньше, а синий больше всех других^{3,16}. Декарт, со своей стороны, не смог внести в изучение радуги ничего нового. Решение проблемы цвета предстояло найти только Ньютону, и именно оно явилось его первым общепризнанным достижением в области физики (о его жизни и деятельности будет сказано ниже, см. стр. 264 и далее, в связи с его работой по изучению тяготения).

«Оптика» Ньютона. Теория цветов

Ньютон первым попытался избежать помехи окрашивания объекта при рассмотрении его через телескоп (явление хроматической аберрации.—*Ред.*). Он создал первый рефлекторный телескоп (рис. 11), прототип современных гигантов, а также и более позднего прибора—рефлекторного микроскопа. Не довольствуясь этим, он взялся за решение проблемы цвета, продолжив опыты Декарта над призмой там, где он их оставил. Благодаря блестящему сочетанию экспериментальной техники и логики он смог показать, что цвета создаются не призмой или радугой, а являются компонентами обычного белого света. Изыскания Ньютона не помогли ему, однако, решить свою первоначальную задачу; по сути дела, он, к своему собственному неудовольствию, смог показать, что устранить рассеивающие или цветообразующие свойства линз невозможно. В этом Ньютон ошибался, но авторитет его задержал практическое усовершенствование телескопов примерно на восемьдесят лет. Шведский математик Клингеньерн (1698—1765) был, повидимому, первым, кто достаточно тщательно повторил опыты Ньютона, чтобы показать его ошибку. Только в 1758 году, услышав о работе Клингеньерна, оптик Доллонд смог использовать идею комбинации двух видов стекол с различной степенью преломления и рассеивания цветов, создав таким образом ахроматическую линзу, явившуюся основой всех современных оптических приборов.

Свет как частицы или волны. Гюйгенс

Исследуя оптические явления, Ньютон рассматривал не цвета радуги, а другие виды цветов, в частности те, которые порождались отражением от тонких слоев, как, например, от слоя жидкого масла на воде. Именно здесь он нашел первый намек на прерывность или «зернистость» как материи, так и света. Это открытие укрепило в нем убеждение в атомистическом строении материи, к которому он пришел еще раньше благодаря философским склонностям и математическому удобству. К сожалению, то же самое убеждение заставило его пойти по стопам Декарта и считать, что свет имеет атомистическое строение, лучи которого представляют собой траектории частиц, отражающихся так же, как мяч отскакивает от стены. Другие явления, порождающие цвет, приводили к иному выводу. Гримальди (1618—1663) задолго до Ньютона изучал цвета, обнаруживаемые по краям теней, в частности по краям узких щелей или волос. Он также обнаружил, что при прохождении вблизи какого-либо предмета лучи света были не абсолютно прямыми, а слегка изогнутыми—дифрагированными. Он приписал оба эти явления волновым колебаниям, подобным хорошо всем знакомой ряби на поверхности воды, или зву-

ковым колебаниям, причем различные цвета имели различную длину волн, подобно музыкальным звукам.

Гюйгенс развил эту идею математически и показал, каким образом *волновая теория света* объясняет как дифракцию, так и цвета тонких пластинок. Кроме того, он объяснил, гораздо лучше Ньютона, любопытное свойство исландского шпата (кальцита), который, если смотреть через него, удваивает предметы. Однако и в этом случае победил авторитет Ньютона, и волновая теория света должна была ожидать своей реабилитации более чем сто лет (стр. 321, 341).

Микроскоп. Новый мир малых частиц

Подобно тому как в руках Галилея телескоп обнаружил тайну звезд, так и другое оптическое стекло, микроскоп, в руках ряда наблюдателей XVII столетия, таких, как Мальпиги, Гук, Сваммердам (1637—1680) и несравненный голландский суконщик Левенгук (1632—1723), открыло двери в новый мир бесконечно малого^{4.39}. Насекомые, части растений, небольшие создания, живущие в воде, даже микроскопические бактерии и сперматозоиды, носящие в себе начало жизни,—все это наблюдалось и становилось предметом удивления, размышления и доказательства. Уточнялась также и анатомия более крупных животных, и созданная Гервеем теория кровообращения получила свое полное подтверждение. Однако если телескоп, будь то навигационный или астрономический, с самого же начала нашел себе практическое применение, то микроскоп был применен только двумя столетиями позднее, и в руках Коха и Пастера он показал всю свою ценность как средство борьбы с бактериологическими заболеваниями. Главным образом именно по этой причине проводимые вначале исследования микроскопических тел не привели сразу же к сколько-нибудь серьезному развитию микроскопии или биологии; то, что наблюдалось [в микроскоп], продолжало оставаться скорее занимательным и поучительным, в философском смысле слова, чем научно или практически ценным.

Пустота и барометр

Развитие *пневматики*, значительно превосходившее достижения древних греков (стр. 124), явилось первым крупным шагом вперед в области физики, который должен был привести к последствиям, важным скорее для промышленности, чем для астрономии и мореплавания. Решающее открытие, обусловившее эти успехи—фактическое получение пустоты, было само по себе непосредственным результатом развития практической гидравлики. До этого времени вопрос о существовании пустоты являлся философским вопросом, который должен был решаться путем умозрительной аргументации (стр. 107); начиная с 1643 года он становится делом практического доказательства: Галилей в последние годы своей жизни много думал над тем, почему невозможно поднять воду с помощью обычных поршневых насосов более чем на тридцать два фута. Этот факт, давно известный шахтерам и строителям колодцев, не привлекал к себе до тех пор внимания образованных людей. Галилей приписывал его неспособности столба воды выдерживать собственный вес, хотя он не мог найти удовлетворительного объяснения того, почему, будучи разорван, столб воды не падает прямо вниз, а приписывал это явление ограниченной *hoghog vacui* (боязнь пустоты.—Ред.).

Только через год после смерти Галилея его ученику, Торричелли (1608—1647), пришла в голову остроумная мысль использовать вместо воды ртуть; это дало ему возможность работать со столбом жидкости небольшой высоты, поскольку ртуть в опрокинутой трубке поднималась не выше чем на тридцать дюймов, показывая таким образом давление, равное тому, какое производил столб воды весом в пятнадцать фунтов на один квадратный дюйм. Торричелли имел интеллектуальную смелость реально объяснить это явление

давлением воздуха, поддерживающего столб ртути, так что прибор этот стал *барометром*—средством измерения атмосферного давления. Пространство над столбиком ртути было настоящей *пустотой*, которой, как предполагалось, природа не терпит. По сути дела, как мы видели (стр. 119), еще Аристотель доказал невозможность существования пустоты, поскольку насильственное движение невозможно без воздуха, открывающегося впереди и смыкающегося сзади. Открытие пустоты нанесло аристотелевской механике последний, роковой удар, несмотря на все попытки отрицать или как-то оправдать это открытие. Однако объяснение Торричелли было вскоре подтверждено опытом Паскаля (1623—1662), который поднялся с барометром на вершину горы и отметил падение давления.

Воздушный насос фон Герике

Дальнейший шаг вперед в этой области сделан замечательной личностью, предшественником высокоодаренных ученых наших дней Отто фон Герике (1602—1686), мэром Магдебурга и экс-квартирмейстером Густава Адольфа, человеком со значительными средствами и большой предприимчивостью. Фон Герике ставил все на широкую ногу; он израсходовал на свои опыты 4000 фунтов стерлингов—сумму по тому времени астрономическую. Он первым попытался получить пустоту прямым способом—выкачивая воду из закупоренной бочки. Бочка была раздавлена, поэтому он сделал более прочный сосуд из латуни. Позднее он изобрел воздушный насос, с помощью которого ему удалось получать пустоту в больших сосудах. Один из них он использовал для знаменитого опыта, проведенного им в присутствии императора и его двора, когда для того, чтобы оторвать друг от друга два полусферических сосуда, потребовалась упряжка в шестнадцать лошадей с каждой стороны. Магдебургские полушария явились нагляднейшим доказательством материальной истинности новой науки. Однако значение этого опыта было еще более далеко идущим: он показал людям, что пустота под давлением воздуха имела огромную силу и что нужна была только творческая мысль, чтобы заставить ее служить на благо человека. Сам фон Герике думал о передаче энергии по эвакуированным трубкам; идея эта нашла впоследствии свое развитие в воздушных тормозах, используемых на железных дорогах.

Насос фон Герике был значительно усовершенствован Бойлем или, что более вероятно, Гуком, работавшим тогда у него. С помощью этого насоса Бойль продемонстрировал много новых и странных явлений. Он показал, например, что звук не может передаваться без воздуха, но что на свет и магнетизм отсутствие воздуха такого влияния не оказывает. Бойль открыл также то, чего можно было ожидать, но что, тем не менее, не удавалось продемонстрировать—невозможность как жизни, так и горения в пустоте, создав тем самым первые предпосылки для великой химической и физиологической революции следующего столетия.

Использование воздушного насоса, в частности то усилие, которое было необходимо затрачивать на накачивание, побудило Бойля изучать поведение воздуха, как сжатого, так и разреженного. Таким образом, он открыл первый научный закон, выходящий за пределы законов элементарной механики, то, что он назвал «упругостью воздуха», закон, ныне известный нам как закон Бойля, а именно, что произведение давления на объем данной массы воздуха есть величина постоянная, или, как было найдено позднее, прямо пропорционально степени нагрева.

Идея использования вновь открытых сил природы для удовлетворения потребностей человека никак не умирала, и она неизбежно должна была появиться и в эпоху научной предприимчивости, какой был XVII век, когда все сильнее ощущалась нужда в материальной силе для откачки воды из шахт и вращения колес расцветающей промышленности. Одним из видов такой силы, совершенно очевидно, был огонь, особенно с тех пор, как изобретение

пушки показало всю его мощь. Одной из первых материальных идей была мысль о создании двигателя внутреннего сгорания, использующего порох вместо применяемого нами сейчас бензина. Затем изобретатели обратились к способности пара расширяться. Эти непосредственные методы были неизбежно обречены на провал не потому, чтобы они были ошибочны по своему существу, но по той причине, что техника того времени не могла обеспечить создание достаточно прочных сосудов для работы с давлениями подобной величины. Ассистенту Гюйгенса Дени Папену (1647—1712), позднее работавшему в течение некоторого времени с Бойлем, удалось создать *автоклав*, в котором он разваривал кости до жидкого состояния, но *его котел, основанный на использовании давления пара*, нашел себе применение только в наши дни. Он также сделал первые практические шаги к созданию паровой машины. Как будет показано в следующей главе, открытие пустоты должно было проложить путь к использованию энергии пара.

Ложная заря рациональной химии

Открытие пустоты дало тот первый ключ, который мог бы привести к развитию рациональной химии уже в XVII веке, а не столетием позже. Вакуумный насос показал, насколько воздух был необходим как для горения, так и для дыхания, и сосредоточил внимание ученых на родственных между собой проблемах пламени и жизни. Бойлю, Гуку и Мэйю, исходившим в поисках решения этих проблем из догадки, высказанной Парацельсом, удалось близко подойти к доказательству того факта, что воздух содержит нечто существенно необходимое для горения и придающее артериальной крови ее красный цвет. Бойль говорил об этом как «о маленькой жизненной квинтэссенции (если можно так ее назвать), служащей для освежения крови и восстановления наших жизненных духов». Мэйю называл его «селитряным воздушным спиртом», связывая таким образом с порохом то, что должно было стать впоследствии *кислородом* Лавуазье. Однако дальше этого они не смогли пойти по двум основным причинам: вследствие отсутствия надлежащей научной теории и несовершенства технических приборов и материалов.

Химия никогда не входила в классический канон, и элементы Аристотеля—земля, вода, воздух и огонь—всегда имели скорее метеорологический и физический, чем химический аспект (стр. 103). Однако арабская и средневековая химия, или скорее алхимия, тесно переплеталась с астрологией, связывавшей металлы с планетами. Крушение картины мира Аристотеля и Платона означало, что без своих воздушных и планетных влияний химия, как указывал в «Химике-скептике» Бойль, оказалась лишенной всяких разумных оснований. Не лучше обстояло дело и со «спагирической» химией арабов-Парацельса, основанной на трех началах—ртути, сере и соли (стр. 218). Эти начала были слишком туманными и изменчивыми, чтобы их можно было приспособить к корпускулярной философии, которая специально предназначалась для того, чтобы исключить *тайные силы*. Самому Бойлю удалось дать хотя и негативное, но точное определение понятия элемента:

«Ни одно тело, которое не является совершенно однородным, а может быть дальше разложено на любое число отдельных субстанций, как бы малы они ни были... не представляет собой подлинного начала или элемента».

К несчастью, технология химии не позволяла определить, исключая некоторые металлы, действительно ли данное вещество является элементом или нет; и критерий Бойля оставался неприменимым в течение еще сотни лет. Он сам признал это обстоятельство в своем очерке «Безуспешность экспериментов».

Ньютон, занимавшийся химией гораздо дольше, чем физикой, не пошел в своей практике дальше этого. В области теории, как показал Вавилов^{4.85; 4.108}, он разработал модель атома, состоящего из корпускул, находящихся внутри более крупных агрегатов, последовательнее и теснее сцепленных друг с другом.

Это было изумительное и совершенно логическое предвосхищение современного атома с его электронами и ядрами, однако о нем не вспоминали в течение почти 300 лет. В XVII веке химия не достигла еще такого состояния, когда было бы возможным применение корпускулярного анализа. Для этого ей необходимо было упорно накапливать новые, добытые опытным путем факты, что должно было осуществиться в следующем столетии. В отличие от физики, химия требует многократного экспериментирования и не содержит самоочевидных начал. Без таких начал она должна оставаться «оккультной» наукой, зависящей от реальных, но необъяснимых тайн.

До тех пор пока химия обращалась с одними и теми же материалами, которые были известны еще древним, она имела тенденцию стать стереотипной. Но после XV века химический мир быстро расширялся. Случайно получали новые вещества с замечательными свойствами, такие, как, например, фосфор; в странах Старого и Нового Света открывали новые металлы, как, например, висмут и платину. Для того чтобы объяснить их свойства, необходимы были новые теории, постоянно проверявшиеся новой практикой. В первое время эти теории были по необходимости качественными и туманными, но они образовали существенную основу для более точных теорий. Потребности все более специализировавшихся ремесел и промышленности вызывали постоянную нужду в определенных химикалиях—селитре, квасцах, железном купоросе (сульфате железа), купоросном масле (серной кислоте), соде, что породило химическую промышленность, из опыта и проблем которой должна была вырасти рациональная химия позднейших времен.

Биология XVII века

Объяснить мир живых вещей, неизмеримо более сложный, было, конечно, значительно труднее, чем мир химических преобразований. Поэтому не удивительно, что новая механическая, корпускулярная философия, несмотря на ее претензии, приносила мало реальной пользы. Санторио (1561—1636) взвешивал себя на весах во время еды и сна, но не мог объяснить наблюдавшихся им при этом изменений. Представление Декарта о животном-машине и человеке-машине, отличавшихся друг от друга только наличием у последнего особого приспособления в виде разумной души, управляющей им через шишковидную железу, мало сделало для того, чтобы продвинуть вперед физиологию. Борелли (1608—1678) еще продолжил эту аналогию, создав механистическую теорию объяснения движения конечностей людей и животных. Гидравлика была хороша для сердца и крови, однако оказалась бесполезной для мозга и нервной жидкости.

В чем XVII век действительно сделал решающий шаг вперед, так это в области наблюдения, в особенности в использовании микроскопа (стр. 258), который впервые показал человеку, что сперматозоиды—источник зарождения жизни. Более непосредственное и серьезное значение имела, однако, работа Неемии Грю (1641—1712), заложившего основы физиологии растений, и Джона Рэя (1627—1705), сына кузнеца, сделавшего первые шаги для научной классификации растений и, с меньшим успехом, животных.

Исследования в области биологии, проводившиеся в конце XVII века, практически непосредственной роли в развитии земледелия не сыграли. Происходившие здесь изменения, а они были велики, особенно в области садоводства, были результатом весьма тщательного и медленного усовершенствования традиционной практики при исключительно благоприятных экономических условиях. Именно во Фландрии и Голландии можно было найти зажиточных людей, которые имели возможность и охотно были готовы вложить в свои фермы *капитал*, в форме орудий и удобрений, и которые могли быть в то же время уверены в наличии широкого и постоянно растущего рынка для улучшающейся продукции. Голландия была питомником новых методов

в сельском хозяйстве, откуда благодаря трудам любителей-энтузиастов, вроде Джона Эвелина (1620—1706), они были впоследствии перенесены в Англию.

Метод непосредственного наблюдения и опыта должен был быстрее принести свои плоды в области медицины, хотя прогресс был здесь досадно медленным. Представление о медицине как о науке, которая должна была развиваться благодаря изучению пациентов, а не как о теории, которую следовало применять к ним, хотя оно и восходило еще к Гиппократу, было, однако, почти совсем забыто. В данный период идея эта была воскрешена такими врачами, как, например, Сиденхман (1624—1689), который, будучи выдающимся клиницистом, одновременно сохранил контакт со всей наукой своего времени в целом.

7.9. НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА. СИНТЕЗ НЬЮТОНА

Хотя все эти достижения свидетельствуют о значительном расцвете научной деятельности во многих областях, основным вопросом и величайшим научным триумфом XVII столетия, несомненно, явилось завершение общей системы *механики*, способной объяснить движение звезд в рамках наблюдаемого поведения материи на земле. Здесь современники фактически раз и навсегда сводили свои счета с древними греками. Как древние греки, так и люди XVII века придерживались одного мнения о важности изучения небес. Однако поскольку интерес к этому вопросу со стороны последних носил скорее практический, чем философский характер, они нуждались в ответе совершенно иного порядка. Поисками такого полного и удовлетворительного по форме ответа занимался ряд математиков и астрономов, в том числе почти все выдающиеся имена в науке того периода—Галилей, Кеплер, Декарт, Борелли, Гук, Гюйгенс, Галлей, Рен,—но все должно было привести к ясному объединению механики в «*De Philosophiae naturalis Principia Mathematica*» («Математические начала натуральной философии». —Перев.) Ньютона, где он изложил и обосновал свою теорию всемирного тяготения.

Интерес к самим проблемам движения солнечной системы был попрежнему очень велик, хотя фактически с разрушением космологии древних его философское и теологическое значение исчезло. Суд над Галилеем, несомненно, носил характер бесполезного прощального выстрела клерикального аристотелизма. Однако новое сооружение, которое должно было занять его место, было бы незавершенным, если бы не удалось найти приемлемого физического объяснения системы Коперника и Кеплера. Это было одной из причин того, что почти каждый натурфилософ занимался размышлениями, экспериментами и вычислениями с целью найти это объяснение. Некоторые из них, в частности Гук, подошли к нему очень близко, пока, наконец, успех Ньютона не сделал дальнейшие поиски ненужными.

Определение долготы

Астрономы имели и другую, даже еще более настоятельную причину поисков законов движения солнечной системы. Этой причиной была потребность в значительно более точных астрономических таблицах, чем те, которые были достаточно хороши тогда, когда астрономия была нужна главным образом для астрологических предсказаний. Требования мореплавания стали значительно более суровыми. Определение положения судна в море, и в частности наиболее трудно определяемой части этого положения—долготы, представляло насущную проблему. Она становилась все более и более настоятельной по мере того, как различные страны, и особенно те страны, которые сами представляли собой центры научного прогресса, такие, как Англия, Франция и Голландия, вкладывали в заморские предприятия все большую долю экономических и военных усилий. Определение долготы было вопросом, которому суждено было интересовать как ученых астрономов, так и моряков—

практиков в течение многих десятилетий и даже веков. Именно с целью оказать помощь в решении этой практической проблемы и были созданы первые финансируемые государством научные учреждения—Королевская обсерватория в Париже в 1672 году и Королевская обсерватория в Гринвиче в 1675 году.

Задача определения долготы является по своей сущности задачей определения абсолютного времени, или, как мы сказали бы сейчас, гринвичского времени, в любом месте. При сравнении с местным временем это время дает интервал времени, который можно непосредственно перевести в долготу. В любом месте имеется, или до изобретения радио имелись, только два метода определения времени по Гринвичу: один—с помощью наблюдения движений Луны среди звезд,—часы, уже закрепленные на небе; другой—с помощью точных часов, всегда находящихся при себе и первоначально поставленных по этому времени. Первый метод требовал исключительно точных таблиц для предсказания положения небесных тел, второй—абсолютно надежных часовых механизмов. На протяжении всего XVII и значительной части XVIII веков работа велась по двум этим линиям, но ни по одной из них не было достигнуто решающего успеха. Здесь был непосредственный стимул для мысли, наблюдения и эксперимента в обоих направлениях, стимул отчасти просто материального порядка, но также и вопрос национального и личного престижа.

Хронометр

На первый взгляд оба эти метода были совершенно различны: один относился к движению неких регулирующих механизмов, другой—к движению сфер в пустом пространстве; однако по мере их изучения было обнаружено, что оба имеют одну общую основу—в *динамике*. Еще Галилей обнаружил, что идеальным регулятором, отбивающим постоянное время, является *rep-dulum* (маятник.—*Перев.*). Гук внес существенный практический вклад в это открытие, заменив маятник Галилея круговым пружинным маятником, на который движение судна не оказывало никакого влияния. В обоих случаях точный отсчет времени зависел от знания законов колебательного движения тел, и именно эту проблему решил Гюйгенс, заложивший основы первого хронометра, как они изложены в его книге «*De Horologium Oscillatorio*» (1673)*. Однако должно было пройти еще много времени, прежде чем эти принципы нашли себе эффективное применение на практике благодаря усовершенствованию мастерства часовщиков; и в 1765 году хронометр Гаррисона мог, наконец, завоевать премию, назначенную Адмиралтейством за создание метода определения долготы.

Движение планет. Теория тяготения

И тем не менее именно чисто астрономический подход к этой проблеме, хотя с его помощью и не удалось дать практического ее решения, должен был оказаться значительно более ценным для науки будущего. Это объяснялось тем стимулом, который давал такой подход для поисков математического и динамического решений проблемы движения планет. Многие люди задумывались над тем, почему планеты движутся вокруг Солнца по орбитам, которые, как это впервые показал Кеплер, представляют собой эллипсы; они даже догадывались, что их, быть может, удерживает в этих орбитах какая-то сила притяжения. Фактически идея притяжения получила общее признание с тех пор, как Гильберт занялся изучением магнита (стр. 237), и даже еще ранее. Магнит показал возможность притяжения на расстоянии, и сам Гильберт выдвинул предположение, что именно магнетизм мог быть тем, что удерживало планеты в их положении и действительно обуславливало их движение по своим орбитам.

* «Маятниковые часы». Здесь приводится дата II издания этой книги.—*Перев.*

Борелли выдвинул в 1666 году важную мысль о том, что движение планет предполагало наличие необходимости уравновесить центробежную силу—вроде той, которая действует на камень, привязанный к веревке во время его вращения,—какой-то другой силой; эту силу он охарактеризовал как силу тяготения, действие которой выходит за пределы непосредственной близости Земли к Луне и Солнца к планетам. Для объяснения эллиптической формы орбит, учитывая, что по мере приближения к Солнцу планета движется все быстрее, сила тяготения должна возрастать, чтобы уравновесить возросшую центробежную силу. Поэтому сила тяготения является какой-то функцией энергии, действующей на расстоянии. Теперь вставал вопрос: какой функцией? Гук уже предположил, что с расстоянием тяготение уменьшалось, и пытался найти подтверждение этой мысли в тщетных поисках каких-либо изменений в весе тела при нахождении его на земле, в колоде шахты и на самом верху колокольни.

Преобладающей теорией тяготения продолжала оставаться теория Декарта, а именно, что тяжелые тела, говоря словами Ньютона, который до 1679 года придерживался этой теории, притягивались к своим центрам притяжения «каким-то тайным источником необщительности их вихревых эфиров»^{4. 7 9}.

Дело не могло сдвинуться с места до тех пор, пока эти общие идеи не были сведены к математической формуле и проверены наблюдениями. Первый шаг в этом направлении предстояло сделать в 1673 году Гюйгенсу, когда в связи со своей работой над часами с маятником он вывел закон о центробежной силе, показав, что она прямо пропорциональна радиусу [круга, по которому движется тело] и обратно пропорциональна квадрату скорости [движущегося тела]. По третьему же закону Кеплера квадрат периода прямо пропорционален кубу радиуса, а отсюда следует, что для уравнивания центробежной силы гравитационное тяготение или центростремительная сила должны зависеть от радиуса, деленного на его куб, то есть от обратного квадрата радиуса. Гук, Галлей и Рен пришли к этому заключению в 1679 году. Оставалось решить две проблемы: объяснить эллиптическую форму орбит и образ действия больших притягивающихся тел. Гук написал Ньютону, излагая ему эти проблемы, но не получил ответа, а в 1684 году Галлей предложил премию за их решение. Было совершенно ясно, что решение это было не за горами, и хотя много людей подготовили для него почву, но только один из них имел математическую способность найти его и сделать вытекающие из него революционные выводы.

Исаак Ньютон

Этим человеком был Исаак Ньютон, один из представителей младшего поколения членов Королевского научного общества (Ньютон родился в 1642 году, в год смерти Галилея), но уже широко известный своими исследованиями в области математики и оптики. Он происходил из нового класса средней сельской буржуазии, уже давшей Кромвеля и парламентских чиновников. Родился он вскоре после смерти своего отца, мелкого фермера из Линкольншира, с достаточно хорошими связями, чтобы сын его мог попасть в Кембридж, где за время своей учебы он ничем особенно не отличался. В 1663 году Ньютон познакомился с просвещенным и много путешествовавшим новым профессором математики в колледже св. Луки Исааком Барроу (1630—1677), который оценил его способности и в 1669 году добился назначения Ньютона, которому было в то время 26 лет, на свою кафедру, хотя до этого времени тот еще ничего не опубликовал и не привлек к себе особого внимания. Ньютон оставался в Кембридже до тех пор, пока в 1696 году, в зените своей славы, не был назначен смотрителем, а позднее—директором Королевского монетного двора с жалованьем в 400 ф. ст. в год—пост, который, по мнению многих, ему очень повезло получить и обязанности по которому он выполнял добросовестно.

В Кембридже Ньютон работал над оптикой, многими другими отраслями физики, над химией, библейской хронологией и теологией еретического, арианского типа. Он, повидимому, не оказал сколько-нибудь серьезного влияния на университет и так и не создал своей школы. Именно здесь он подпал под влияние глубоко религиозной группы платоников во главе с Генри Муром, и через них в его философию, а следовательно, и в науку того времени проникли элементы платонизма^{4, 28}. Вообще он сообразовался со взглядами своего класса, представлял Кембриджский университет в парламенте и поддерживал компромиссную политику вигов. Это способствовало тому, что таящиеся в его идеях революционные возможности обнаружились лишь после, а вначале они выглядели вполне благонамеренными. В личной жизни Ньютон представлял собой чрезвычайно странную фигуру, был очень необщителен, склонен к уединению и даже скрытен. Он так и не женился и не хотел дать согласия на посвящение в духовный сан ввиду имевшихся у него сомнений насчет троицы. Ньютон знал достаточно для того, чтобы стать весьма самокритичным; однако это заставляло его быть тем более чувствительным к критике со стороны других людей.

Ньютон сравнительно поздно публично включился в дискуссии о тяготении. Весьма возможно, что он совсем неплохо рассмотрел этот вопрос, когда в 1665 году, будучи дипломником, был вынужден в связи с чумой уехать к себе домой в Вульсторп, и, вероятно, случай с яблоком действительно имел место. Однако либо у него существовали какие-то сомнения на этот счет, либо он не считал вопрос достаточно важным, но он так ничего и не опубликовал на эту тему и в течение двадцати лет занимался другими вопросами. Его более поздние работы показывают, что он был способен строить множество несоместимых друг с другом гипотез, прежде чем останавливался на одной, и, как показывает его картезианская теория 1679 года (стр. 264), быть может, то же самое произошло и на этот раз. Во всяком случае, то, что он думал в 1665 году, не могло оказать влияния на ход развития науки, и закон обратного квадрата был, несомненно, открыт некоторыми другими учеными раньше, чем он его опубликовал.

И тем не менее вклад Ньютона в науку имел решающее значение. Он состоял в открытии математического метода обращения физических законов в количественно измеримые результаты, которые могли быть подтверждены наблюдениями, и, наоборот, в выводе физических законов на основе таких наблюдений. Выражаясь его собственными словами из предисловия к «Началам...»:

«...сочинение это нами предлагается как математические основания физики. Вся трудность физики, как будет видно, состоит в том, чтобы по явлениям движения распознать силы природы, а затем по этим силам объяснить остальные явления... Было бы желательно вывести из начал механики и остальные явления природы, рассуждая подобным же образом, ибо многое заставляет меня предполагать, что все эти явления обуславливаются некоторыми силами, с которыми частицы тел вследствие причин, пока неизвестных, или стремятся друг к другу и сцепляются в правильные фигуры, или же взаимно отталкиваются и удаляются друг от друга. Так как эти силы неизвестны, то до сих пор попытки философов объяснить явления природы и оставались бесплодными. Я надеюсь, однако, что или этому способу рассуждения, или другому, более правильному, изложенные здесь основания доставят некоторое освещение».

Исчисление бесконечно малых

Средство, с помощью которого Ньютон это осуществил, было исчисление бесконечно малых, или, как он называл его, метод дифференциального исчисления (равномерного течения непрерывной функции). Это знаменовало кульминационный пункт труда многих поколений математиков, восходивших

к Архимеду и Евдоксу и еще далее—к их вавилонским предшественникам (стр. 109). В XVII столетии метод этот благодаря работе Ферма и Декарта быстро развивался. К той форме, которую мы знаем, он был приведен Лейбницем (1646—1716) (стр. 287). Является ли это заслугой Ньютона или Лейбница? Вопрос этот, в свое время служивший предметом ожесточенных споров, не имеет с точки зрения прогресса науки особого значения. Важен тот факт, что Ньютон применил свой метод математического анализа для разрешения жизненно важных проблем физики и научил его применению других.

С помощью этого метода удастся определить положение тела в любое данное время, зная отношения между этим положением и скоростью тела или величину ускорения в любое другое время. Иными словами, стоит только познать закон силы, как можно вычислить траекторию. Взятый в обратном отношении, открытый Ньютоном закон силы тяготения непосредственно вытекает из закона движения Кеплера. С точки зрения математики они представляют собой два различных способа выразить одну и ту же мысль; но в то время как законы движения планет кажутся абстрактными, представление о планете, удерживаемой в ее орбите мощным притяжением, является вполне доступным уму даже в том случае, если сама сила тяготения продолжает оставаться полной тайной.

Математический анализ, как его развил Ньютон, мог быть использован и фактически использовался им для решения множества разнообразных механических и гидродинамических проблем. Он сразу же стал математическим средством понимания всех проблем переменных величин и движения, а отсюда и всех вопросов механической техники и продолжал оставаться почти единственным таким средством чуть ли не вплоть до настоящего века, да и то далеко не первых его лет. Во вполне реальном смысле оно явилось таким же инструментом новой науки, каким был в свое время телескоп.

«Начала...»

Галлею потребовалось, повидимому, использовать всю силу убеждения, на которую он был способен, чтобы заставить Ньютона в течение двух лет, с 1685 по 1686 год, воплотить найденное им решение проблемы движения планет в его труде «*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*». Труд этот был опубликован для Королевского общества, и на нем стоит штамп президента этого Общества, каковым был, как это ни удивительно, Самюэль Пепис; но общество не имело средств, и Галлей был вынужден уплатить за издание этой книги из собственного кармана. По убедительности аргументации, подкрепленной физическими доказательствами, книга эта не имеет себе равных во всей истории науки. В математическом отношении ее можно сравнить только с «Элементами» Эвклида, а по глубине физического анализа и влиянию на идеи того времени—только с «Происхождением видов» Дарвина. Она сразу же стала библией новой науки, не столько как благоговейно чтимый источник догмы, хотя известная опасность этого и существовала, особенно в Англии, сколько как источник дальнейшего расширения изложенных в ней методов.

В своих «Началах...» Ньютон не только установил законы движения планет. Его главной целью, несомненно, было наглядно показать, каким образом всемирное тяготение может поддерживать систему мира. Однако Ньютон хотел сделать это не старым философским путем, а с помощью новой, количественной физики. При этом он должен был выполнить еще две другие задачи: прежде всего разрушить прежние философские концепции, старые и новые, и, во-вторых, утвердить свою собственную концепцию не только как истинную, но и как самый точный способ объяснения явлений.

Значительную часть «Начал...» составляет тщательное, количественное опровержение самой популярной системы того времени, с которой Ньютон и сам в свое время заигрывал, а именно системы Декарта с ее комплексом вихрей, в которых держалась каждая планета. Это была гениально интуитив-

ная идея, однако идея, совершенно неспособная, как показал Ньютон, дать точные количественные результаты. В ходе этого доказательства он пришел к созданию науки *гидродинамики*, рассматривая и уточняя идеи *внутреннего трения* и сопротивления воздуха и, по сути дела, закладывая основу для механики жидких тел, которой предстояло занять подобающее ей место только в эпоху появления самолетов.

Хотя для получения своих результатов Ньютон и использовал исчисление бесконечно малых, однако он нашел целесообразным изложить свои «Начала...» в форме классической греческой геометрии, понятной для других математиков и астрономов. Непосредственным практическим следствием опубликования этой книги явилось создание новой системы исчисления, дающей возможность определять положение Луны и планет на основе минимума наблюдений более точно, чем могли это сделать предшественники Ньютона путем эмпирического удлинения бесконечных рядов. Так, например, для того, чтобы установить положение небесного тела на бесконечное время вперед, было достаточно трех наблюдений.

Доказательство этому было дано вскоре после смерти Ньютона его другом Галлеем на примере его знаменитой кометы, возвращение которой он правильно предсказал на основе теорий Ньютона. Как результат применения этих теорий навигационные таблицы стали значительно более точными. К несчастью, небесным телом, наиболее подходящим для наблюдения с целью определения долготы, является Луна, а движение Луны, безусловно, самое сложное во всей солнечной системе. Оно так никогда и не было сведено в достаточно точные формулы для того, чтобы служить надежным путеводителем для моряков, и премию, или хотя бы ту ее часть, с которой им удалось убедить Адмиралтейство расстаться, в конце концов перехватили у механистически настроенных астрономов склонные заниматься наукой часовщики.

Ньютон приходит на смену Аристотелю. Динамическая вселенная против статической

Созданная Ньютоном теория тяготения и его вклад в астрономию знаменуют последний этап преобразования аристотелевской картины мира, начатого Коперником. Ибо представление о сферах, управляемых перводвигателем или ангелами по приказу бога, Ньютон успешно заменил представлением о механизме, действующем на основании простого естественного закона, который не требует постоянного применения силы и нуждается в божественном вмешательстве только для своего создания и приведения в движение.

Сам Ньютон был не совсем в этом уверен и оставил лазейку для божественного вмешательства, чтобы сохранить стабильность этой системы. Однако данную лазейку закрыл Лаплас (стр. 286), и с божественным вмешательством было покончено. В своем решении, содержащем все величины, необходимые для практического определения положения Луны и планет, Ньютон воздерживается от прямого ответа на вопрос о наличии божественного промысла. По сути дела, он считал, что открыл этот промысел, и не хотел дальше вдаваться в этот вопрос.

Ньютон отказался от щекотливого предположения, сделанного им в отношении существования абсолютного движения, заявив вслед за своими друзьями-платониками, что пространство представляет собой сенсориум — сознание или мозг — бога и поэтому должно быть абсолютным. Таким путем он избегал опасности запутаться в релятивистских теориях. Его собственная теория не давала объяснения, почему все планеты находятся примерно в одной плоскости и обращаются одинаковым образом, что легко объясняла вихревая теория Декарта. Ньютон тщательно маскировал свое незнание происхождения этого явления, постулируя, что такова была воля бога при начале мироздания.

К этому времени разрушительная фаза Возрождения и Реформации уже закончилась; новый компромисс между религией и наукой был столь же

необходим, как и компромисс между монархией и республикой, а также между крупной буржуазией и дворянством. Ньютонова система вселенной действительно представляла собой значительную уступку со стороны религиозной ортодоксальности, ибо в ней уже нельзя было столь ясно видеть руку божью в каждом небесном и земном явлении, а только в общем создании и организации всего целого. Фактически бог, как и его помазанники на земле, превратился в конституционного монарха. Со своей стороны ученые обязались не нарушать границ собственно сферы действия религии—мира человеческой жизни с ее чаяниями и обязанностями. Этот компромисс, мудро предложенный епископом Спротом и проповедовавшийся грозным д-ром Бенгли в его бойлевских проповедях 1692 года, оставался в силе до тех пор, пока в XIX столетии не был опрокинут Дарвином.

Хотя система всемирного тяготения казалась в то время, и продолжает оставаться сейчас, величайшей работой Ньютона, его влияние на науку и за ее пределами было даже еще более действенным благодаря тем методам, которыми он пользовался для достижения своих результатов. Его исчисление бесконечно малых дало универсальный способ перехода от определения изменений величин к определению самих величин, и наоборот. Ньютон дал математический ключ, который был пригоден для решения физических проблем еще в течение 200 лет. Изложением своих законов движения, связывавших силу не с самим движением, но с изменением движения, он окончательно порвал со старым традиционным взглядом, утверждавшим, что для поддержания движения нужна сила, и отвел трению, делающему применение такой силы необходимым во всех действующих механизмах, лишь второстепенную роль, устранение которой было делом каждого хорошего инженера. Одним словом, Ньютон раз и навсегда установил *динамический* взгляд на вселенную вместо удовлетворявшего древних *статического*. Это преобразование, в соединении с его атомизмом, показало, что взгляды Ньютона, чего он сам не сознавал, полностью соответствовали экономическим и социальным условиям его времени, когда индивидуальная инициатива, где каждый отвечает сам за себя, заменяла окостеневший иерархический порядок позднего классического и феодального периода, при котором каждый человек знал свое место.

Совершенно независимо от этих действительных достижений работа Ньютона, сама являвшаяся венцом достижений века эксперимента и вычисления, создала надежный метод, который мог быть с успехом использован учеными последующих времен. В то же время она еще раз убедила как ученых, так и людей, не принадлежавших к миру науки, что вселенная управляется простыми математическими законами. Так, например, законы электричества и магнетизма, как мы увидим ниже (стр. 337), были построены по образцу законов Ньютона, а атомистическая теория химии явилась непосредственным продуктом его атомистических выводов.

Авторитет и влияние Ньютона

Успехи Ньютона таили в себе и соответствующие опасности для будущего. Его дарования были так велики, система его казалась столь совершенной, что все это положительно обескуражило научный прогресс в следующем веке или допустило его только в тех областях, которых Ньютон не затронул. В Англии это обстоятельство сдерживало развитие математики вплоть до середины XIX века. Влияние Ньютона пережило даже его систему, и весь тот тон, который он задал науке, принимался как нечто до такой степени само собой разумеющееся, что вызванные им жесткие ограничения, вытекавшие в значительной степени из его теологических предубеждений, не были осознаны до эпохи Эйнштейна, да даже и сейчас осознаны еще не полностью.

Как это ни парадоксально, но при всем его желании свести философию к ее математическому выражению наиболее непосредственное влияние идеи Ньютона оказали в области экономики и политики. Найдя свое преломление

в философии друга Ньютона—Локка и его последователя—Юма, они создали общее чувство скептицизма по отношению к авторитету и веру в *laissez-faire*, которые должны были ослабить престиж религии и уважение к божественно установленному общественному порядку. Непосредственно через Вольтера, который первым ознакомил французов с работой Ньютона, они должны были способствовать «просвещению» и тем самым—идеям французской революции. Они и поныне продолжают оставаться философской базой буржуазного либерализма.

7.10. ОБЗОР ИЗЛОЖЕННОГО. КАПИТАЛИЗМ И РОЖДЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Оглядываясь назад, на эпическое развитие новой науки в XV, XVI и XVII веках, нам с наших позиций сейчас легче увидеть, почему рождение науки произошло именно в данное время и именно в данном месте. Мы можем увидеть, как оно непосредственно шло за широким возрождением торговли и промышленности, знаменовавшим подъем буржуазии в XV и XVI веках и ее политическую победу в Англии и Голландии в XVII веке. Рождение науки следует сразу же за рождением капитализма. Тот самый дух, который разрушил застывшие формы феодализма и церкви, порвал также и с еще более старой, рабовладельческой, консервативной традицией классического мира. В науке, так же как и в политике, разрыв с традицией означал освобождение человеческой изобретательности и проникновение ее в скрытые от нее до тех пор области. Ни одна часть вселенной не была слишком далекой, никакое ремесло не было слишком низким для интересов новых ученых.

Единство науки XVII века

И все же, несмотря на все разнообразие областей исследования, наука XVII века имела определяющее ее единство, опиравшееся на тройную основу: единство лиц, идей и применения. Прежде всего, ученый XVII столетия был в состоянии охватить все отрасли известной в то время науки и создать в них оригинальные труды. Ньютон был не только математиком, астрономом, оптиком и механиком, но и в течение ряда лет занимался химией; хотя он опубликовал лишь немного работ в этой области, однако, повидимому, понимал ее гораздо более глубоко, чем кто-либо другой из ученых того времени. Гук, не будучи выдающимся математиком, работал, однако, как мы уже видели, во всех этих областях, равно как и в области физиологии, и является одним из пионеров микроскопии. В самом центре научного движения находился и Рен, которого мы знаем как архитектора. В результате такой универсальности ученые или *«виртуозы»* XVII столетия могли составить значительно более единообразную картину областей науки, чем это удавалось сделать в последующие времена.

Математическая философия

Во-вторых, определяющее единство науки порождалось руководящей идеей и методом работы, который являлся, по существу, математическим и основывался на математике, выведенной непосредственно из греческой науки, но включавшей в себя также и достижения арабов, индийцев и, возможно, китайцев. Однако эта направленность имела и свои отрицательные стороны; следствием такого преобладающего влияния математики явилось существенное, хотя и неосознанное, ограничение сферы деятельности науки XVII века. Возникла тенденция вообще обходить те области опыта, которые в то время не могли быть сведены к математике, и выражать математически, с несколько комичными результатами, даже те области, которые никакого отношения к математике не имели. Так, например, один из последователей Гарвея пытался объяснить действие различных желез тела относительной инерцией их частиц, зависевшей от того, под каким углом были направлены их протоки. Особенно

любопытный случай произошел в области общественных наук, когда Спиноза (1632—1677), самый замечательный из всех философов XVII века, попытался свести к математическим принципам этику. Именно в результате преимущественного акцентирования математики ученые XVII века достигли больших успехов только в тех областях науки, которыми до них занимались уже греки, таких, как механика и астрономия, и почти совсем не продвинули вперед химии и биологии.

Наука и технические проблемы

Третьим и наиболее характерным унифицирующим принципом новой науки был интерес ученых к важным техническим проблемам того времени. Как мы уже видели, огромный прогресс техники начиная с XIV века и даже еще раньше явился следствием разрыва с традицией в условиях сложившейся в Европе благоприятной обстановки, когда обильные природные ресурсы должны были эксплуатироваться небольшим количеством людей, что стимулировало изобретательность. Решения этих проблем, достигнутые в горном деле и металлообработке, транспорте и текстильной промышленности, были техническими решениями, но, порвав с традицией, ученые выдвинули новые проблемы, решать которые была призвана новая наука того времени. Достаточное число этих проблем, особенно проблемы мореплавания, артиллерийского дела и механики, не выходили за рамки греческой традиции знания и непосредственно разрешались на практике. Остальные вдохновляли науку XVIII века.

Наука доказывает свою ценность

Правда, вначале ученые претендовали на то, что могут добиться больших результатов, чем это было возможно в то время. Вплоть до конца XVIII века наука черпала из промышленности значительно больше, чем была еще в состоянии возратить ей. Должно было пройти, по крайней мере, еще сто лет, прежде чем ученые могли предложить что-нибудь новое для замены или усовершенствования традиционных приемов, использовавшихся в химии и биологии; медицина потребовала для этого даже еще более долгого срока. Даже в области хорошо освоенных физических наук, как в механике, так и в артиллерийском деле, преимущество все еще было на стороне практиков. Усовершенствованию обработки металла суждено было еще долгое время быть делом рук рабочих-машиностроителей, усовершенствованию пушек—делом литейщиков. При работе с деревом или грубо отлитым металлом невозможно было использовать все те тонкости обработки, которые могли быть предложены новой математикой и динамикой. Ньютон, например, действительно вычислил траекторию полета ядра с учетом сопротивления воздуха. Его методы продолжали применяться еще во время второй мировой войны, но в то время они были совершенно неприменимы. Канал ствола у пушек был неровным, ядра к ним не подходили, качество и количество пороха были в каждом заряде различными, а для прицельной стрельбы не существовало других средств, как установка пушки вручную, с помощью веревок и клиньев. Артиллерист-практик, знавший все несовершенство своего искусства, мог прекрасно обходиться без баллистики^{4,50}. Единственное исключение из этого правила представляло искусство часовщика, самые высокие достижения которого—конструирование морских хронометров—требовали известного знания динамики.

Единственной областью, где новая наука сделала большие успехи, было мореплавание. Это явилось действительно достижением, поскольку оно имело место в такое время, когда контроль над морскими путями и открытие Нового Света явились ключом к национальному, экономическому и политическому успеху. Доказав свою ценность в этой области, наука стала утвердившейся частью новой господствующей капиталистической цивилизации. Она приобрела целостность и положение, которые ей суждено было навсегда сохра-

нить за собой. Значение науки должно было непрерывно расти относительно и абсолютно, по мере того как для всех становилось очевидным, что военное и экономическое превосходство европейской цивилизации над старыми цивилизациями ислама, Индии и Китая было результатом ее технических достижений и что усовершенствование техники требовало постоянного применения и развития науки.

Древние греки и современники

Именно в этой области технических методов люди XVII века чувствовали свое превосходство не только над своими предками из эпохи Возрождения и варварского средневековья, но даже и над почти легендарными достижениями древних греков и римлян. Было ясно, что современные люди были, быть может, не умнее и не лучше их, но они были, несомненно, более изобретательны и могли делать вещи, о которых древние никогда и не мечтали, как, например, стрелять из пушек или плавать в Америку. Еще большее значение, чем самое достижение, имело сознание того, что все это было лишь только начало, что не было границ возможному прогрессу в том же направлении. Еще в 1619 году домашний учитель Коменского Иоганн Валентин Андре заявил: «Позорно отчаиваться в Прогрессе»,—и эта мысль, столь чуждая средневековому, если и не совсем далекая классическому уму, начала свое триумфальное шествие⁴⁻⁴⁶. По сути дела, именно к концу этого периода борьба между древними и современниками стала наиболее сознательной. Она велась с переменным успехом во всех без исключения областях знания⁴⁻⁶¹. Наиболее широко известным ее выражением являлась «Битва книг» Свифта, где современникам, несомненно, достается больше всего. Но здесь, как и в «Путешествиях Гулливера», Свифт шел против течения. Каким бы украшением библиотек дворян попрежнему ни служили классики, практически они были мертвы. Они могли продолжать оставаться авторитетом при сочинении высокопарной прозы, но им нечего было дать философии, как ее понимал XVIII век.

Прогресс все еще был скорее идеалом, а не чем-то уже достигнутым. Великий переходный период XV, XVI и XVII веков не привел к какому-нибудь революционному изменению в материальном образе жизни. Оно было еще впереди. Богатство и бедность были перераспределены. К концу этого периода в Англии и Нидерландах было значительно больше состоятельных людей, чем в его начале, тогда как в Италии их было, вероятно, меньше. Важно было то, что сейчас способ умножения богатства посредством превращения его в капитал пробил себе дорогу через феодальные ограничения, и путь для бесконечного его роста был открыт. При капитализме на его первой стадии новый побудительный мотив—получение прибыли—стимулировал технический прогресс. Финансовая структура, однако, была с самого начала неустойчивой и непрочной. Купцы и дворяне XVII века при всем своем богатстве, а иногда и заинтересованности в науке, не были такими людьми, которые были бы способны использовать новые возможности; однако они расчистили почву для расцвета более скромного круга промышленников, которым благодаря науке выпало на долю использовать и развить до неузнаваемости традиционные технические приемы цивилизации.

Интеллектуальная революция

Было бы, однако, совершенно неправильно считать движущие силы науки исключительно утилитарными. Наука попрежнему обладала значительной долей того политического и морального авторитета философии древнего мира, в который эпоха Возрождения внесла такой большой вклад. Натуральная философия, как ее называли, была достойной, даже благородной профессией, и, поддерживая ее, покровители умножали славу государства. Люди новой экспериментальной науки понимали, что именно они, а не схоластики были подлинными наследниками древних; и фактически единственными областями

Годы	Исторические события	Философия	Мореплавание	Математика и астрономия
(7.1—7.3)	<i>Восстановленные авторитеты</i> —→	ПЛАТОН	ГЕРСОН	АРХИМЕД АРИСТАРХ
	<i>Развенчанные авторитеты</i> —→	АРИСТОТЕЛЬ		ПТОЛЕМЕЙ
	Итальянское Возрождение Платоновские академии во Флоренции Серьезное оживление торговли и ремесел	Возврат гуманизма к классике	Карты Портолана Школа в Сагрише Морские путешествия португальцев вдоль берегов Африки <i>Колумб</i> о крывает Америку <i>Васко да Гама</i> достигает Индии	Восстановление греческой математики <i>Пурбах</i> восстанавливает астрономию Мореходные альманахи <i>Мюллера</i>
	Итальянские войны			
1500	Франциск I—Французский коллеж Реформация <i>Лютер</i> <i>Кальвин</i>	<i>Мор. Утопия Вивс, Эразм Рабле.</i> Критика средневековья	Кругосветное путешествие Магеллана	
1540				Гелиоцентрическая система Коперника
1550	Великая инфляция Контрреформация Религиозные войны во Франции Революция в Нидерландах	Скептицизм <i>Монтезя</i>	<i>Нуньес.</i> Карты и мореплавание Проблема определения долготы Карты <i>Меркатора</i>	Возрождение алгебры <i>Тарталья</i> , <i>Кардано</i>
(7.4—7.6)	Елизаветинская эпоха Грешэм-колледж	<i>Бруно.</i> Плюральность миров	<i>Норман.</i> Магнитное склонение	<i>Виет.</i> Символическая алгебра <i>Тихо.</i> Точные наблюдения

Оптика	Механика и гидравлика	Химия	Медицина, физиология, естественная история
АЛЬГАЗЕН	ФИЛОПОН	ЛУЛЛИЙ	АРИСТОТЕЛЬ
События в области живописи и изображения перспективы	АРИСТОТЕЛЬ	Первые шаги химической промышленности, спирт, порох, квасцы	ГАЛЕН
	События в области металлургии, горной промышленности и насосов	Алхимия обращается к химии	
Леонардо да Винчи	Леонардо да Винчи		
Научная живопись	Инженерное дело, водопровод		Рисунки по анатомии и естественной истории
Дюрер. Перспектива	Развитие артиллерийского дела	Возрождение химии Парацельсом Агрикола. «О природе ископаемых»	Хирургия Паре Везалий. «О строении человеческого тела»
	Баллистика. Тарталья		Сервет. Легочная циркуляция Коллекция редкостей Развитие садоводства и сельского хозяйства
Оптики изобретают телескоп	Строительство плотин, каналов и шлюзов в Голландии Стевин. Статика и гидравлика		

(7.7—7.9)

Годы	Исторические события	Философия	Мореплавание	Математика и астрономия
1600	Капитализм приходит к власти Assademia de'Lincei Тридцатилетняя война Гражданские войны в Англии Неофициальные собрания ученых	Экспериментальная философия Бэкона Гассенди. Атомизм Декарт. Механистическая философия Материализм Гоббса	Гильберт о магнетизме	Кеплер. Орбиты планет <i>Непер.</i> Логарифмы <i>Декарт.</i> Аналитическая геометрия <i>Ферма.</i> Теория чисел
1650	Королевское общество Людовик XIV во Франции Академия наук	<i>Спиноза.</i> Рациональная нравственность	<i>Герике.</i> Электричество трения	Ньютон. Исчисление бесконечно малых ТЕОРИЯ ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ <i>Лейбниц.</i> Дифференциалы
1690	Изгнание гугенотов	<i>Лейбниц.</i> Предупрежденная гармония	<div>↓ Электричество</div>	<div>↓ Математическая физика</div>

В этой таблице сделана попытка представить некоторые из важнейших моментов зарождения современных открытий и теории решающего значения, такие, как возрождение Коперником гелиоцентрической теории, чтобы наглядно показать самые важные взаимосвязи. Однако, ввиду их сложности, другие связи, даны в таблице 8.

Оптика	Механика и гидравлика	Химия	Медицина, физиология, естественная история
Галилей. Наблюдения через телескоп «Две главные системы» Судебный процесс	Маятник, «Две новые науки», динамика	Ван-Гельмонт. Газ	
	Научное изучение насосов		Гарвей. Кровообращение «Исследование о зарождении животных» Левенгук. Микробиология Мальпиги. Микроскопическая анатомия Мэйо. Теория дыхания
	Торричелли. Барометр Герике. Пустота Бойль. Газовые законы	Бойль. «Химик-скептик»	
Ньютон. Теория цветов Ремер. Скорость света Гюйгенс. Волновая теория света	Гук. Экспериментальная физика	Окисление органических веществ	Ж. Рэй Неемия Грю. Классификация животных и растений
↓	↓	↓	↓
Оптические приборы	Паровая машина	Рациональная химия	Научная биология

менной науки в их связи с событиями в области политики, экономики и техники. Хронология данного периода наглядно показывает большую концентрацию усилий в последней из этих фаз. Особо отмечены оской системы, открытие Гарвеем кровообращения и ньютонова теория тяготения. Таблица вычерчена такие, как связь между открытием Гарвея и изучением насосов, здесь не показаны, хотя некоторые из

внешнего мира, где их методы применялись с успехом, были те, которые уже культивировались греками. Тем не менее, в то время как греческая математика являлась одним только характерным инструментом современного научного метода, все интеллектуальное движение науки в целом выросло из борьбы против философии Греции, хотя в средние века она и была приспособлена служить устаревшей феодальной системе. На своих ранних стадиях новая экспериментальная наука по необходимости носила критический, разрушительный характер; задачей ее на позднейших стадиях развития было обеспечить новую основу для философии, которая больше гармонировала бы с потребностями времени.

Разрыв никогда не был полным; власть религии—как внутренне ей присущая, так и та, которой облекло ее общество,—была все еще слишком сильна, чтобы позволить сколько-нибудь серьезное отклонение от общей схемы сотворения и спасения, которой придерживались в равной степени как католики, так и протестанты. Тем не менее в обращении со схемой божественного управления миром допускались большие вольности; у Декарта и Бэкона они были выражены совершенно явно, но проявлялись даже и в более осторожной, туманной философии Галилея и Ньютона. Именно эти вольности должны были составить основу для критики всего здания религии в следующем веке.

Парадокс научной революции состоял в том, что те, кто внес в нее наибольший вклад (в основном это научные новаторы от Коперника до Ньютона), были наиболее консервативны в своих религиозных и философских взглядах. И если они не были ортодоксальными, то лишь потому, что считали, что ортодоксальность сбилась с пути разума. Они принимали программу св. Фомы Аквинского, проповедующую примирение веры с разумом, но были вынуждены отвергнуть его выводы, поскольку теперь выяснилось, что система мира, с которой он согласовал свою веру, была явно абсурдной. Их собственные формы такого примирения должны были оказаться еще менее долговременными. Но пора господства теологии над наукой прошла. Теология могла еще извращать и задерживать прогресс науки, но не могла его остановить. По молчаливому соглашению религия была ограничена моральной и духовной сферой. В сфере же материального мира—хотели ли того или не хотели—окончательно свершилась научная революция.

Наука прочно утверждается

К 1690 году наука определенно сформировалась. Она приобрела огромный авторитет, по крайней мере, в высших кругах общества того времени. Она имела собственные организации в лице Королевского общества и Королевской академии наук, которые были тесно связаны узами личного общения с правящими кругами—с парламентом и влиятельными семействами вигов в Англии, с королевским двором во Франции. Она распространялась на другие страны. Была создана последовательная методология эксперимента и математического анализа, последовательный метод, с помощью которого можно было рано или поздно взяться за разрешение любой проблемы. Основы науки могли быть позднее пересмотрены и изменены, однако воздвигнутое на них сооружение было прочным и, что еще важнее, общий метод для построения его был теперь известен и уже не подвергался угрозе быть когда-либо снова забытым.

Однако уже в самом успехе раннего научного метода таились элементы опасности. Самый метод содержал в себе многие старые идеи, неизбежно оказывавшие свое влияние на мышление первых ученых, и включал их, равно как и новые концепции, выведенные путем опыта, в новую философию науки. Именно эта бессознательная реликвия прошлого проявляется сейчас во многих идеалистических научных теориях наших дней; и весьма возможно, что задачей науки XX века будет разрушение системы Ньютона, подобно тому как XVII век разрушил систему Аристотеля.

ЧАСТЬ V

НАУКА
И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ВВЕДЕНИЕ

Капитализм и наука

XVIII и XIX века были великими веками формирования современного мира, веками, которые тем, кто жил в то время, казались освободительной эпохой общественного развития, когда человек нашел, наконец, истинный путь к процветанию и безграничному прогрессу. Нам, пережившим волнения и перипетии XX века, они кажутся веками подготовки, веками, в течение которых ценою огромных страданий были совершены большие дела, чтобы в результате породить величественную, но неустойчивую культуру. Они охватывают период утверждения науки как неотъемлемой части новой промышленной цивилизации. Новые методы экспериментальной науки, выработанные в эпоху революции XVII века, должны были распространиться на все области человеческого опыта, и в то же время применение их должно было соответствовать великому перевороту в средствах производства, который мы называем промышленной революцией, и вдохновлять его.

Промышленная революция не была главным образом—а если и была, то не в своих начальных стадиях—плодом прогресса науки, хотя некоторые достижения науки, в частности паровая машина, и должны были стать существенными факторами ее успеха. Тем не менее все это движение было значительно теснее связано с ростом и переходом экономической системы *капитализма* из фазы, когда господствующей силой в ней были купцы и мелкие промышленники, в такую фазу, когда преобладающую роль стали играть финансовые магнаты и тяжелая индустрия.

Не случайно, что теоретические формулировки науки, технические изменения в промышленности и экономическое, а также политическое господство капитала развивались и процветали совместно, в одно и то же время и в одних и тех же местах. Однако раскрыть существовавшую между ними связь—дело нелегкое. Технические приемы, экономические формы и научные знания—все это в тот период развивалось быстро; иногда верх брал один из этих аспектов, иногда—другой. В этом разделе мы поставили перед собой, в частности, задачу сделать попытку разобраться в том, какова была роль науки в происходивших технических и экономических изменениях, а также проследить влияние этих изменений на рост и характер самой науки. Это может, однако, выявиться только после более детального изучения отдельных аспектов такой взаимосвязи, и выводы могут быть рассмотрены лишь в конце этого раздела.

Вначале же необходимо дать развернутое описание социальных и экономических преобразований в данный период так, чтобы изменения в науке были показаны в соответствующей перспективе. Уже к концу XVII века была подготовлена почва для дальнейшего прогресса нового—капиталистического—способа производства. Там, во все еще лишь маленьком уголке Европы, ограниченном почти исключительно Англией, Нидерландами и Северной Францией, городская средняя буржуазия в большей или меньшей степени освободилась от феодальных ограничений; эта часть общества могла финансировать производство с целью получения прибылей, располагая постоянно растущим рынком сбыта для своей продукции во всем мире, открытом для нее новыми морскими путешествиями. Производство было попрежнему ручным и кустарным, однако купцы и капиталисты-промышленники все больше и больше устанавливали

контроль над ним, тогда как и ремесленники и крестьяне постепенно низводились на положение наемных рабочих.

Сочетание расширяющегося рынка сбыта, растущей свободы от промышленных ограничений, вызванной роспуском городских гильдий, а также больших возможностей для вложения капитала в выгодные предприятия—все это стимулировало появление технических новшеств, вроде ткацких машин, и научных изобретений революционизирующего характера, таких, как паровая машина, которые могли снизить себестоимость продукции и повысить продуктивность и прибыли. Лучшая организация труда, разделение и специализация отдельных операций, фабричная система и, наконец, машины с механическим приводом—все это были средства для достижения цели, и все это служило социальным стимулом к разрушению ранее установившихся систем производства. Начавшийся во второй половине XVIII века процесс этот под влиянием своего успеха, прочно основанного на порождавшемся им новом капитале, ширился и распространялся на другие области. К середине XIX века господство капитала во всем мире было уже неоспоримо, но самый этот факт не просто положил предел его распространению. Он сделал очевидной органическую неустойчивость капитализма, избавиться от которой он был не в силах. По самой своей природе производство ради прибыли никогда не могло предоставить достаточной доли товаров или благоприятных возможностей для порожденного им обширного нового класса наемных рабочих, чтобы обеспечить устойчивое его процветание (стр. 599). За бумами следовали кризисы, с каждым разом все более обострявшиеся, а соревнование за обладание ограниченными рынками вызывало международное соперничество. Однако явное крушение капиталистической системы должно было начаться только в XX веке. На протяжении большей части рассматриваемого нами периода прогресс науки происходил на базе развивающегося промышленного капитализма, склонного предъявлять к ней с каждым днем все большие и большие требования.

Техника и наука

Хотя на первых своих стадиях изменения в технических приемах, порождаемые потребностями экономики, могли происходить и действительно происходили без вмешательства науки, часто случалось, что даже простое следование по проторенным путям приводило к непредвиденным трудностям, устранить которые можно было, лишь призвав на помощь науку. Так, например, мог истощиться такой естественный источник снабжения, как растительные красители, что могло быть следствием простого расширения производства тканей; тем самым возникал спрос на искусственный их заменитель, который мог быть найден только с помощью науки (стр. 354). Или возьмем другой пример—переход от кустарного к массовому пивоварению мог сам по себе вызвать катастрофические последствия, предотвратить которые можно было только обратиться к науке (стр. 362).

Такая вспомогательная, почти лечебная роль науки в промышленности была к концу XIX века заменена более позитивной. Идеи, зарождавшиеся в недрах самой науки, находили свое материальное воплощение и развитие в новых отраслях промышленности. Первой и самой важной из этих воплощенных идей явилась паровая машина—*философская* машина начала XVIII века; однако лишь ее общие принципы стали известны, производство и применение ее стали делом практического инженерного искусства. В конце XIX века возникшие как научные отрасли промышленности, например начавшие тогда оформляться химическая и электрическая промышленность, продолжали оставаться таковыми; полностью же они развились лишь в XX веке.

Связь науки с историей общества этого периода ни в коей мере не ограничивается, однако, ее ролью в процессе развития производства. Начиная складываться новая, основанная на денежном обмене, форма общества, которое в отличие от средневекового общества с его неподвижным статусом и социаль-

ной ответственностью опиралось на свободу и личную инициативу. Это общество, хотя блага его и ограничивались определенным классом и определенной страной, требовало для своего выражения и обоснования новых идей. Оно нашло их главным образом в методах и результатах достижений новых наук, в то время как последние испытывали глубокое, хотя и неосознанное влияние господствующих общественных взглядов на формулирование научных теорий.

Научная и промышленная революции

Попытка отграничить промышленную революцию XVIII века от научной революции XVII века может показаться несколько произвольной. Само собой разумеется, что между ними не было непрерывной преемственности. Казалось бы, лучше было бы рассматривать их как последовательные фазы одного великого преобразования. Тем не менее мне кажется, что такое разграничение обусловливается соображениями не одного только удобства. Между этими двумя периодами существует заметное качественное различие. В течение первого из них прорыв был осуществлен в основном в сфере понимания, в течение второго—в области практики. Заманчивым кажется расценивать это как отношение причины и следствия, однако действительная связь между ними, как я надеюсь показать, является значительно более сложной. До известной степени обе эволюции—познания и умения—шли параллельно, движимые самостоятельными внутренними факторами, хотя и постоянно воздействуя друг на друга, особенно в периоды быстрого прогресса (стр. 650 и далее). К концу XVII века начал давать о себе знать третий, экономический, фактор—появление капитализма в промышленности. Именно в нем мы можем искать причин для перехода науки XVII века—математической, астрономической, медицинской—к науке XVIII века—химической, термической, электрической. Я надеюсь, что природа сложного взаимодействия между наукой, промышленностью и обществом будет яснее видна на фактических примерах истории этого взаимодействия, содержащейся в следующих двух главах.

Фазы и аспекты развития промышленности и науки

Для того чтобы конкретно проследить это взаимодействие на протяжении столь богатого событиями и сложного периода, не упуская из виду единства и непрерывности исторического процесса, лучшим методом, который мне удалось найти, является путь двойной системы классификации—по периодам и по темам, то есть, иными словами, своего рода путь перекрестной классификации. Эти два вида классификации будут осуществлены последовательно в 8-й и 9-й главах, за которыми последует общее заключение.

Разделение этого периода на ряд этапов особенно затруднительно в главе 8, отчасти потому, что обилие данных подсказывает необходимость мельчайшей градации, но главным образом из-за невозможности найти классификацию, которая была бы применима в равной степени для истории и политики, экономики, техники и науки. В политическом отношении, например, совершенно очевидно, что крупным разделом между этапами могут служить Французская революция и войны Наполеона; однако эти войны не повлекли за собой какого-либо перерыва в преемственности развития науки, а скорее явились причиной общей активизации научной деятельности. С другой стороны, десятилетие с 1760 по 1770 год, представляя собой поворотный пункт в истории техники и науки (стр. 306), в сфере политики ничем особенно не выделяется. Иногда периодизация почти совпадает во всех областях; так было, например, в 1831 году, когда реформы в политике и науке происходили одновременно, что никак нельзя считать случайным, поскольку они были выдвинуты теми же лицами и поддержаны одними и теми же народными движениями (стр. 306).

Окончательным моим решением было разделить весь период на четыре важные фазы. Сначала идет переходная, или латентная, фаза (8.1), ведущая к промышленной революции, то есть время с 1690 по 1760 год. Вторая фаза

(8.2—8.4) включает весь период Французской революции—с 1760 по 1830 год. Она носит революционный характер как в области техники и науки, так и в сфере политики, поскольку она охватывает значительные успехи промышленной революции, а также пневматическую или химическую революцию, уступающие по своему значению только революции XVII века в области математики и механики.

Третья фаза (8.5—8.6), относящаяся к середине XIX века, с 1830 по 1870 год, представляет собой то, что было названо зенитом капитализма. И, наконец, четвертая, весьма короткая фаза (8.7—8.8), охватывающая отрезок времени с 1870 по 1895 год, ознаменовалась во внешнем мире началом современного империализма, а в науке—переходным периодом, предшествовавшим великой революции XX века.

Вторая и третья фазы включают в себя два выдающихся периода прогресса и торжества науки. Первая из них представляла собой своеобразный период застоя после героического XVII века, некоторую, так сказать, передышку и подготовку к предстоящему прогрессу. Такова же, правда в несколько ином отношении, была и четвертая фаза, хотя в обоих случаях люди, работавшие в это время, чувствовали, что завершают построение великого здания: в одном случае—здания ньютоновой физики, в другом—великого синтеза Фарадея и Максвелла в области физики и не менее великих синтезов Дарвина и Пастера—в области биологии.

Даже при такой классификации этого периода общий обзор науки в ее историческом обрамлении, как это было сделано в предыдущих главах, уже не удовлетворяет более задаче дать соответствующую действительности картину все более изолированно развивающихся дисциплин. С этой целью в следующей, 9-й, главе сделана попытка проследить развитие пяти главных направлений технического и научного прогресса на всем протяжении XVIII и XIX веков. Этими направлениями являются: раздел 9.1—«Теплота и энергия», включая историю паровой машины; раздел 9.2—«Инженерное искусство и металлургия», с сосредоточением внимания на железе и стали; раздел 9.3—«Электричество и магнетизм»; раздел 9.4—«Химия» и раздел 9.5—«Биология».

Задачей каждого раздела является выявление внутренней связи и преемственности традиции данного поля деятельности, иллюстрация взаимодействия экономических, технических и научных факторов и показ взаимозависимости различных отраслей науки и техники. Только после завершения и временной тематической классификаций делается попытка объединить оба эти аспекта и на основе их дать общие выводы о положении и влиянии науки в этот решающий период социального и научного преобразования.

ПРЕДПОСЫЛКИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

8.1. ПЕРИОД ЗАТИШЬЯ ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XVIII ВЕКА (1690—1760)

Те движущие силы, которые дали первоначальный толчок к созданию науки эпохи Возрождения и стимулировали ее развитие на протяжении периода блестящего ее расцвета середины XVII века, к концу этого века начали, видимо, терять свой прежний импульс и постепенно замирать. Всего через несколько лет после опубликования в 1687 году ньютоновых «Математических начал», а по сути—даже раньше, чем они были написаны, начало наблюдаться ослабление научного усилия и угасание любознательности. Это падение кривой научного прогресса было повсеместным явлением и не ограничивалось одной только Англией, хотя совершенно естественно, что наиболее заметным оно оказалось именно здесь, где в первые дни существования Королевского общества наблюдался столь бурный расцвет науки.

Такое затишье можно до известной степени объяснить причинами, внутренне присущими научному миру. Авторитет Ньютона дал науке направление, которому суждено было оставаться в течение многих лет бесплодным в связи с ярко выраженной законченностью собственных трудов Ньютона и тем расстоянием, на которое он обогнал своих современников. Однако значительное замедление научного прогресса в Англии, и в меньшей мере—в остальной части просвещенного мира, было обусловлено факторами общественного и экономического порядка. Класс, положивший начало научному движению в XVII веке,—купцы-дворяне, которые были в то время заинтересованы в применении для нужд мореплавания, торговли и мануфактур новых методов, основанных на достижениях науки, уступил место новому поколению, обладавшему большими средствами и меньшей предприимчивостью и любознательностью и в то же время значительно более самодовольному. Это новое поколение, первые представители аристократии вигов, видело наиболее надежное помещение для своих капиталов в земле и наилучшее применение для своих спекулятивных талантов в таких славных авантюрах, как афера с островами южных морей. Класс, который должен был сменить его у власти,—подымающиеся, но все еще мелкие промышленники, которым позднее предстояло совершить промышленную революцию, еще не отдавал себе отчета в возможностях и даже в самом существовании науки. На всем протяжении первой части XVIII столетия их внимание было сосредоточено на развитии и применении усовершенствованных технических методов, которые в большинстве случаев были все еще основаны на ручном труде и в течение некоторого времени помогали удовлетворять возрастающий спрос на ткани и готовые изделия.

Эти изменения нашли свое отражение на Олимпе науки—в Королевском обществе; стимул для усилий поставить науку на службу ремеслу постепенно иссяк, и само Общество влачило довольно жалкое существование. Конрад фон Уффенбах, посетивший в 1710 году Королевское общество в Грешем-колледже, пишет, что коллекция научных инструментов этого последнего «не только была сколько-нибудь аккуратно прибрана, но, наоборот, покрыта пылью, грязью и копотью, и многие из инструментов были сломаны и окончательно испорчены». Он продолжает: «Стоит только попросить тот или иной инструмент, как оператор, обслуживающий посетителей, обычно отвечает: «Его украл какой-то негодяй»—или, показывая его обломки, заявляет: «Он испорчен или сломан»; и так они заботятся об имуществе» ^{5.12a}.

Общество переживало серьезные финансовые затруднения, и проведенное в 1740 году обследование его показало, что большое число его членов перестали платить свои взносы^{4.111}.

Тем временем, однако, хотя наука несколько и зачихала, поступательное развитие техники не прекращалось; и если в начале XVIII века прогресс этот кажется медленным, то только по сравнению с теми крупными переменами, которые были осуществлены промышленной революцией на протяжении всего лишь нескольких десятилетий. Некоторые из таких изменений, уже полным ходом осуществлявшихся в Англии в течение первой половины века, должны были иметь величайшее значение для будущего как промышленности, так и науки.

Одним из таких изменений было быстрое совершенствование земледелия. Эти усовершенствования, заимствованные в XVII веке у голландцев (стр. 226), быстро распространялись по всей Англии и содействовали повышению доходности товарного фермерства. Они оказались возможными, с одной стороны, благодаря наличию капитала, первоначальным источником которого была торговля и который мог быть вложен в землю, и с другой—в результате быстрого роста городов, в первую очередь Лондона, что обеспечивало надежные рынки сбыта для хлеба, мяса, овощей. Представляя собой шаг вперед с точки зрения техники, методы эти были несправедливы и жестоки в социальном отношении. Так, например, введение закона об огораживании общинных земель повлекло за собой выселение крестьянства, имевшего традиционные, хотя и жалкие права на землю и еще более жалкие средства для ее обработки^{5.38}.

Другим изменением огромной важности явился быстрый рост новой тяжелой промышленности, которая опиралась на использование каменного угля и усовершенствования в области горного дела и транспорта, а также радикально-новые технические приемы производства железа и стали. Решающую роль сыграли здесь два момента. Одним из них явилось применение нового научного изобретения—паровой машины, первоначально использовавшейся для откачки воды из шахт; вторым было введение технического новшества—производства железа с помощью кокса, полученного из каменного угля вместо применявшегося с незапамятных времен древесного угля (стр. 225). Впервые этот метод был применен квакером Абрагамом Дерби в 1709 году и прошел совершенно незамеченным. Все эти усовершенствования ограничились, однако, лишь менее важными областями промышленности и сами по себе еще не означали промышленной революции, хотя и были необходимыми ее предпосылками.

Этап этот знаменует фактический момент безвозвратного перехода от хозяйства, издавна опирающегося на местные ресурсы, к хозяйству, базирующемуся на каменноугольных бассейнах,—от продовольственного к энергетическому хозяйству. Как выразился Патрик Геддс, экономик переходила от эпохи *эотехники* к эпохе *палеотехники*^{5.34}. Это, однако, было справедливым только в отношении тех интенсивно развивающихся районов, которые находились непосредственно в пределах угольных бассейнов или поблизости от них. Радикальные перемены коснулись главным образом одной только Англии, хотя в странах, производивших железо, наблюдалось самостоятельное развитие машиностроения, примером чего могут служить прокатные станы и пилы для резания металлов Польшаммера (1661—1751) в Швеции^{5.64; 5.10; 6.35} и применение Ползуновым (1758) паровой машины для обработки железа на Урале^{5.19}.

Переход к экономике, базировавшейся на использовании каменного угля, должен был не только изменить соотношение между Северной и Южной Англией, но и явиться важным фактором в молниеносном превращении Шотландии в промышленную и интеллектуальную величину первой степени^{5.4}. Шотландия, несмотря на древность ее традиций и на кальвинистское движение XVI века, отстала в своем развитии от быстро прогрессирующей Англии XVII века, поскольку в ней не существовало условий для ранней промышленной революции.

Положение совершенно изменилось, как только выявились все выгоды угля. Самая бедность страны в сочетании с высокой грамотностью населения и его пуританскими традициями означала, что стоит только получить признание мысли о возможности улучшения, как никакое благодущие или невежество уже не смогут задержать ее претворения в жизнь, как это имело место в Англии.

К тому же Шотландия также благодаря кальвинизму установила интеллектуальную связь с Голландией, в частности с Лейденским университетом, что обеспечило постоянный приток в страну высокообразованных людей, особенно в области медицины, включавшей также и химию. Великий Бургав (1668—1738), последователь Ван-Гельмонта и учитель, подготовивший половину всех химиков Европы, оказал особенно серьезное влияние на Шотландию, где его ученики играли ведущую роль во внедрении науки в университеты. В XVIII веке университеты Шотландии, несомненно, ни в чем не походили на своих английских братьев, они стали активными центрами научного прогресса, отличительной чертой которого было стремление связать практику с теорией во всех отношениях (стр. 293)^{5.44}.

В то время как Шотландия и Англия быстро приближались к промышленной революции, развитие даже такой передовой страны, как Франция, все еще продолжало идти старым путем. Здесь наблюдался неуклонный рост ручного производства очень высокого качества при отчетливо выраженном разделении труда и более высокой производительности, чем в Англии, однако не делалось никаких попыток массового применения машин, кроме как для таких целей, как королевский водопровод.

Модная наука во Франции. Философы

Тем не менее тот же самый период во Франции явился свидетелем бурного подъема научной активности, хотя подъем этот был совершенно иного рода, чем в Англии. По самой сути своей он, с одной стороны, явился выражением интереса к науке известной части скучавших аристократов, практически не занимавшихся своими имениями, как это имело место в Англии, а вращавшихся в душевной атмосфере придворных кругов; с другой стороны, это было своеобразное проявление неудовлетворенности положением дел, которую испытывала подымающаяся средняя буржуазия, возглавлявшаяся во Франции представителями административных и юридических профессий. Наука была одновременно и модной и революционной. Симптоматично, что человеком, который ознакомил французов с философией Ньютона, был не кто иной, как Вольтер (1694—1778)^{5.54a}.

Значительная часть усилий любителей науки—натурфилософов или *философов*—была направлена на критику существующих институтов, явно стеснявших экономическое и политическое развитие страны. Однако наблюдается и неизменно растущий интерес к промышленности, который в отличие от Англии шел сверху, по образцу XVII века. Так, например, Реомюр (1683—1757), будучи человеком незаурядного ума и широкого кругозора, проводил с 1710 по 1720 год длительные практические исследования в области производства стали (стр. 333). Однако в скованной традициями промышленности его открытия не встретили поддержки и не привели к созданию сталелитейной промышленности во Франции; все их выгоды были использованы только английскими сталеварами более чем сто лет спустя.

Распространение науки в Европе. Пруссия, Швеция, Россия

Именно в этот период интерес к науке распространился широко за пределы той группы стран—Франции, Англии и Голландии, которые монополизировали ее в XVII веке. Усилиями философа-универсала Лейбница, а позднее под покровительством эксцентричного, склонного к наукам и поэзии прусского короля Фридриха Великого в различных государствах Германии и Австрии были созданы академии по образцу английской и французской. К середине XVIII

века ни один двор не мог считаться совершенным, если не имел своей академии искусств и наук, где академикам, обычно оплачивавшимся весьма нерегулярно, приходилось соревноваться друг с другом за монаршью милость с помощью хвалебных од или забавных экспериментов.

Северные страны—Швеция и Россия—также озаменовали свою новую военную и экономическую мощь созданием академий. Эти последние, однако, с самого начала были призваны взять направление, отличное от классицизма, господствовавшего в научных обществах других европейских стран. В основном они занимались научным изучением крупных сырьевых ресурсов леса, дегтя и льна, железа и других полезных ископаемых, столь необходимых в связи с быстрым расширением их заморской торговли, начатой ими как раз в этот период. Петр Великий считал науку одним из аспектов своего плана создания независимой в экономическом и военном отношении России^{6.65}. Хотя вначале ему пришлось заполнить штат академии иностранцами, по большей части немцами и французами, однако целью его было создать подлинно национальный научный институт. В России работал также и король всех математиков, швейцарец Эйлер (1707—1783). Этот план должен был успешно осуществиться только после окончания царствования Петра, когда он стал делом всей жизни интеллектуального титана XVIII столетия Михаила Ломоносова (1711—1765)—поэта, техника и физика, первого из целого ряда великих русских мужей науки (стр. 347)^{5.59; 5.73}.

Упрочение науки. Влияние Ньютона

Нет ничего удивительного в том, что в связи с происходившими социальными и культурными изменениями тенденции, господствовавшие в науке на протяжении большей части XVIII века, отличались от тенденций XVII века. В те времена, когда главенствующую роль играло дворянство, не делалось еще такого настойчивого упора на полезность науки, хотя о ней никогда и не забывали, как об этом свидетельствуют исследования Реомюра и Гейлса (стр. 448); по мере же приближения к концу этого века такая тенденция должна была проявиться более отчетливо. Вначале на первый план выдвигались занимательная и познавательная стороны науки. Теперь уже прекратились всякие бои с церковью, которая, как протестантская, так и католическая, стала терпимо и безразлично относиться к науке. Во всяком случае, наука нашла свое место; она стала институтом и обрела свои собственные внутренние традиции.

Благодаря Ньютону математическая астрономия прочно утвердилась как главенствующая отрасль науки, и на протяжении всего XVIII века развитие ее не приостанавливалось ни на минуту. При этом во Франции оно проходило с большим успехом, чем на ее родине—в Англии, где парализующее влияние авторитета великого математика чувствовалось сильнее. Действительно, за все это время в теорию Ньютона не было внесено ничего нового, что имело бы сколько-нибудь серьезное значение для развития физики, однако главным образом благодаря Лейбницу принципы механики были обобщены и объединены с новой математикой. Такое объединение оказалось средством для разрешения наиболее сложных проблем, позднее возникших в отдельных отраслях физики, в частности в результате изучения электричества и теплоты. Сделанные Эйлером, Даламбером, Мопертюи, Лагранжем и Лапласом великие обобщения в области механики должны были лечь в основу прошедшей в XX веке физико-математической революции.

Новые интересы. Электричество и ботаника

Хотя труды этих ученых полностью укрепили авторитет науки, непосредственное значение достигнутых успехов заключалось не в углублении, а в расширении сферы ее деятельности. Наиболее крупный вклад, внесенный в науку в начале и в середине XVIII века, относился к областям *электричества и ботаники*. При этом, в то время как электричество явилось вновь открытой научной

отраслью, ботаника представляла собой только новую формулировку чуть ли не самой старой из наук. Обе науки на начальных своих стадиях проявляли определенную тенденцию к отходу от механического и математического уклона, характерного для XVIII века, в сторону большего разнообразия и меньшего догматизма (стр. 335 и далее, 356 и далее).

На первых порах изучение электричества рассматривалось как довольно приятное, хотя и бесполезное времяпрепровождение, давшее целый ряд новых, волнующих и эффективных экспериментов. Изобретя свой громоотвод, Франклин в буквальном смысле слова спустил электричество с неба на землю и предсказал его будущее значение. Ботаника уже не ограничивалась в XVIII веке рамками аптекарского (или ботанического) сада, из которого врачи брали свои лекарственные травы, и под влиянием Линнея проникла в неизведанные области, усиливая социальные стремления скучавшей аристократии и упрямой буржуазии возвратиться к природе.

Вместе с ботаникой возродился интерес ко всякого рода коллекциям—монет, минералов, ископаемых,—представлявшим весьма достойное украшение кабинета дворянина и впоследствии ставшим основой для возникновения новых музеев. Кураторы образовали новую категорию ученых, начиная с богатого и знатного сэра Хенса Слоона (1660—1753), чьи великолепные коллекции стали ядром Британского музея^{5.15}, и кончая нечистым на руку Распе (1737—1794), который вдвойне отличился, будучи изгнан из Королевского общества и написав сказки барона Мюнхгаузена^{5.17}.

Новый порядок в философии

Начало XVIII века было по преимуществу временем, благоприятствовавшим освоению и отражению огромного научного прогресса XVII века. Перед философами XVII века стояла задача доказать существование альтернативы для средневековой классическо-религиозной картины мира, которую они и нашли в пророческих трудах Бэкона и Декарта, провозгласив победу новой науки. Философы XVIII века, с другой стороны, могли принять научную картину мира, данную им Ньютоном, как аксиому. Их задачей было расширить и примирить ее открытия—и, в еще большей степени, ее настроения—с политической и экономической системой, начинавшей складываться в их время.

Вначале они проповедовали благожелательное отношение к признанию нового, рационального порядка. Локк, будучи сам ученым и врачом, целиком отрицал сверхъестественное и приветствовал власть закона—научного закона Ньютона и гражданского закона, установленного конституционной революцией 1688 года. Лейбниц при всех своих математических и философских способностях и деятельности в пользу установления мира в Европе по самому существу своему представлял собой тип средневекового мыслителя. Он выдвинул доктрину «предустановленной гармонии», мало чем отличавшуюся от Провидения церковников, и провозгласил тезис, что «все к лучшему в этом лучшем из миров»^{5.59a}.

Тем не менее этот мир не оставался неизменным. Философы последующих времен понимали, что в этой безмятежной картине не все в порядке. Идеалист ирландец Беркли отрицал, в интересах сфициальной религии, всякую иную реальность мира и науки, кроме существующей в глазах бога. Идея эта не пользовалась в то время особой популярностью, однако она должна была стать основой для реакции в XX веке. Гораздо больший успех имел скептик Юм, доказывая, что мы ни в каком знании не можем быть уверены, причем он относил это, в частности, и к религиозным догматам. Циник Вольтер пошел еще дальше и повел наступление на самую церковь во имя разума и благожелательности (*benevolence*). По мере приближения конца XVIII века философия все больше склонялась к занятиям социальными и экономическими реформами и подготовкой почвы для французской революции (стр. 550 и далее).

8.2. НАУКА И РЕВОЛЮЦИЯ (1760—1830)

Вторая фаза данного периода охватывает отрезок времени в семьдесят лет, имевший столь же решающее значение для науки, как и для политики. По научному значению его можно сравнить с XVII веком, однако он далеко превзошел его по своим непосредственным, практическим результатам. Эта фаза охватывает промышленную революцию в Англии и политические революции в Америке и Франции. Революционные войны действительно делят ее на две части, хотя и не нарушают непрерывности в развитии науки и техники. Перечисленные события произошли на протяжении первых 40 лет, с 1760 по 1800 год; эти же годы явились также свидетелем начала и завершения еще одного переворота в науке—революции в области пневматики, которая, будучи связана с открытием получения электрического тока, фактически должна была создать новую, рациональную химию. Вторая часть этой фазы, с 1800 по 1830 год, хотя и не была столь плодотворной в смысле новых научных и политических идей, однако попрежнему характеризовалась огромной силой и распространением этих идей во всех областях практической деятельности человека.

Связь между этими различными аспектами социальных изменений не могла быть случайной. В самом деле, чем внимательнее мы их рассматриваем, тем более запутанными кажутся нити, связывавшие в то время науку, технику, экономику и политику в единую систему преобразования культуры. Этот период является решающим для развития человечества. Именно тогда, и только тогда, был совершен решающий поворот в господстве человека над природой, выразившийся в замене как ручного труда, а также слабых сил человека и животного многочисленными машинами, так и непостоянных ограниченных сил воды и ветра более мощной энергией пара. Основными преобразованиями XVI и XVII веков, сделавшими возможными эти преобразования XVIII века, были зарождение экспериментальной количественной науки и введение капиталистических методов производства. В то время, когда происходили эти события, между ними попрежнему не было почти никакой связи^{4,64}.

Сферой, в которой наука приносила наибольшую пользу и где она черпала главный стимул своего развития, было мореплавание, являвшееся необходимым помощником торговли, но только косвенно связанное с производством. Очень мало непосредственной практической пользы приносили серьезные и целеустремленные усилия ученых XVII века, только что объединившихся в научные общества и академии, направленные на усовершенствование мануфактур или сельского хозяйства (стр. 247 и далее). Последовавший же затем XVIII век, напротив, явился свидетелем объединения научных и капиталистических нововведений, а их взаимодействие развязало силы, которым позднее суждено было преобразовать и капитализм и науку, а вместе с ними и жизнь всех народов мира.

Хотя и нет недостатка в материалах и даже в правильно отражающих действительность анализах политических, экономических, технических и научных преобразований XVIII века, все эти работы до сих пор остаются в основном разобщенными, и их обобщение все еще дело будущего. Заняться таким обобщением в этой книге невозможно; лучшее, что можно сделать, это попытаться показать развитие науки на базе экономических и политических событий и проследить, в какой степени отразились на ней другие аспекты общественной жизни того времени и какое влияние она в свою очередь оказала на эту жизнь.

Промышленная революция

Название «промышленная революция» впервые было дано этому периоду Энгельсом, повидимому, еще в 1844 году^{5,30}. Позднее оно встречается и в произведениях Тойнби^{5,91}. Никакого иного термина, кроме термина «революция», нельзя употребить для характеристики изменения производительности в тех областях промышленности, где оно возникло. Производство хлопка возросло

за период между 1766 и 1787 годами в пять раз^{5.14а}, что немедленно и решающим образом сказалось на торговле, сельском хозяйстве и жизни населения. Какой бы новой страны влияние этой революции ни коснулось, оно сразу же выражалось в крутой ломке прежних производственных тенденций.

Промышленная революция проходила только там, где она зародилась; почти все связанные с ней крупные события произошли в Центральной и Северной Англии, в большинстве случаев близ Бирмингема, Манчестера, Лидса, Ньюкасла и Глазго. Хотя эта революция имеет все характерные черты взрывного процесса, обусловленного особым сочетанием обстоятельств, определивших место и время его возникновения, она остается в то же время и конечной фазой длительного роста производства, продолжавшегося на протяжении предыдущих семидесяти или более лет. В экономическом отношении переворот этот был, повидимому, обусловлен постоянным расширением рынка сбыта промышленных товаров, главным образом текстильных, что в свою очередь являлось следствием прежде всего расширения морских путешествий и событий XVII столетия, связанных с колонизацией.

Уголь и железо

Сочетание экономических и политических предпосылок, обусловивших радикальный переворот в производстве, было особенно благоприятным в Англии. Скорее именно здесь, а не во Франции мануфактурная промышленность могла свободно развиваться в соответствии со спросом, ибо ограничения, созданные как феодализмом, так и монархией, были сметены революциями XVII века. Другим специфическим для Англии преимуществом явилась, как это ни парадоксально, нехватка леса—этого основного вида топлива, равно как и основного строительного материала всей предшествующей цивилизации. Именно это обстоятельство вызвало расширение использования худшего по качеству, но значительно более дешевого *каменного угля* в качестве топлива, а позднее и более дорогого, но значительно лучшего материала—*чугуна*—для построек (стр. 225). В XVIII веке наблюдается быстрый рост производства этих материалов; серьезно улучшаются машины и совершенствуются методы, применяемые в горном деле и металлургии, что было частично обусловлено новым толчком со стороны науки, вызвавшим рост производства, связанный с такими людьми, как Ребук, Блэк, Смитон и Уатт (стр. 325). Так же обстояло дело и со способами транспортировки, в частности с каналами.

Механизация текстильной промышленности

Сама промышленная революция была порождена не новшествами в области тяжелой индустрии или транспорта; она произошла и могла произойти только в результате событий, имевших место в основной промышленности Англии, и, по сути дела, вплоть до того времени—всех стран вообще, а именно—в текстильной промышленности. По мере роста спроса на ткани, как внутри страны, так и за границей, старая, скованная купечеством и цехами промышленность Южной Англии не могла расширяться достаточно быстро, а низкая заработная плата и стремление освободиться от ограничений толкали ее на север. Здесь, первоначально в Йоркшире, а затем и в Ланкашире, ее ожидали дополнительные преимущества—наличие гидроэнергии для таких процессов, как валение, и угля—для осуществления промывки и крашения. К 1750 году промышленность начала обрабатывать новое волокно—хлопок. До этого хлопчатобумажные ткани импортировались из Индии. Когда на импорт этих тканей был по настоянию фабрикантов сукон наложен запрет, начали раздаваться настоячивые требования организовать отечественное их производство. Хлопок-сырец мог выращиваться на новых американских плантациях. Однако хлопок требовал создания новой техники и не был связан старыми традициями шерстяного производства. Первоначально он обрабатывался в бедном районе Ланкашира,

прекрасно подходившем для этой цели благодаря своему климату. Здесь спрос на пряжу скоро перегнал производительность старого ручного прядения.

Известны отдельные попытки применения машин в текстильном производстве, причем даже машин с механическим приводом (рис. 11). Такой попыткой явилась установка чулочного станка и шелкокрутильных машин на фабрике Ломба в 1719 году. Эти нововведения имели успех, однако ввиду ограниченности рынка сбыта они не получили распространения. И, наконец, в хлопчатобумажной промышленности имелись неограниченные возможности для замены ручного труда машинами. Великие изобретения—прядильная машина Харгривса (1764), ватерная машина Аркрайта (1769) и мюль-машина Кромптона (1779)—нанесли старым ручным приемам прядения первый реальный удар сначала повышением производительности ручного труда, затем использованием энергии в основном процессе прядения^{5.10.508}. Сравнительно огромная производительность этих машин привела к такому широкому их применению, что возможности небольших ручьев, приводивших в действие станки, были скоро исчерпаны, и в 1785 году был сделан последний логический шаг в механизации текстильной промышленности—использование паровой машины Уатта.

Промышленный капитализм

Текстильная революция, которая позднее, с изобретением в 1785 году механического ткацкого станка Картрайта, должна была распространиться также и на все ткацкое дело, включая обработку шерсти и льна, равно как и хлоп-ка, отнюдь не имела характер только чисто технический. Она оказалась возможной только благодаря социальным и экономическим преобразованиям начала XVIII века и сама должна была породить еще более значительные изменения в XIX веке. Для осуществления революции в производстве необходимо было, чтобы выросли и окрепли как *капитал*, так и *рабочая сила*, ибо в этот период оба эти элемента уже существовали в их современной форме. Источником накопления капитала явились прежде всего крупные прибыли купцов в предшествовавшем столетии, положивших начало эксплуатации ресурсов вновь открытых земель путем создания здесь рудников и плантаций, на которых использовался рабский труд. Другим источником накопления капитала были почти ничем не прикрытый грабеж Индии^{4.3}. Рабочая сила должна была быть освобождена от земли с помощью огораживания общинных земель, и поскольку согнанные с земли люди уже не пользовались цеховыми ограничениями средневековых городов, они были вынуждены работать на фабриках много часов подряд за низкую плату. Вначале свободных рабочих рук было немного, и это явилось побудительным мотивом к применению экономящих труд машин, в частности таких, на которых могли бы работать неквалифицированные рабочие, в особенности женщины и дети^{5.31a}. Позднее, когда огораживание стало проводиться еще более круто, а также с привозом обнищавших ирландцев, рабочих рук было уже достаточно и даже в избытке, и погоня за радикально новыми изобретениями сменилась огромным распространением уже имевшихся, которые только усовершенствовались, но не подвергались сколько-нибудь серьезным преобразованиям.

Концентрация промышленности

Спрос на изделия текстильной промышленности создал для промышленной революции особо благоприятные условия, какие существовали в то время только в Англии. На протяжении жизни одного поколения спрос на текстильные машины и новая текстильная технология стимулировали развитие железообрабатывающей и химической промышленности, в то время как все это, вместе взятое, требовало возрастающего снабжения этих отраслей универсальным поставщиком энергии—каменным углем. Последнее, в свою очередь, вызвало к жизни новые направления развития в области горного дела и транспорта. К середине XVIII века благодаря изобретению Дерби чугун производился уже

в достаточном количестве. Недостаток испытывался теперь в сварочном железе, но и в этой области выход на данный момент был найден с помощью введенного Кортон в 1784 году метода пудлингования. Научное и техническое значение этих изменений будет рассмотрено несколько ниже (стр. 333), однако здесь необходимо еще раз отметить, что изменения эти положили конец извечной зависимости от дерева как сырья и перенесли железообрабатывающую промышленность из лесов в угольные бассейны, где уже было сконцентрировано так много других отраслей промышленности (стр. 226).

Концентрация поистине была наиболее характерной чертой промышленной революции. Феодальная кустарная промышленность и даже производство городских цехов по необходимости были разбросаны по многим графствам. Новая механизированная промышленность с самого начала облюбовала себе угольные бассейны. Новые промышленные города—Манчестер, Бирмингем, Ньюкасл и Глазго—являлись центрами производства почти всей новой продукции. Однако эти крупные и растущие промышленные города повсюду распространяли свое влияние: с одной стороны, через свою продукцию, дешевизна которой разоряла кустарную промышленность, куда бы эта продукция ни попадала, и с другой,—благодаря спросу на рабочую силу и продовольствие 4.37; 5.1; 5.2; 5.8.

Аграрная революция

Именно этот спрос стимулировал на подавляющей части территории Англии развитие нового товарного сельского хозяйства помещиков и фермеров, постепенно заменявших собой крестьян с их натуральным хозяйством. Аграрная революция представляла собой объединение эмпирического метода разведения скота и севооборотов с механизацией в виде первоначальных рядовых плугов, конных борон и т. д. ^{5.10.501}. Эта революция была подготовлена в начале XVIII века несколькими предприимчивыми новаторами, использовавшими опыт Голландии, однако фактически она смогла осуществиться только тогда, когда промышленность обеспечила новый рынок сбыта для хлеба и мяса и создала сначала самые орудия, а затем и возможность их применения. Сама по себе аграрная революция знаменовала столь же радикальную перемену в занятиях людей, как и промышленная революция. По мере ее прогресса потребность ферм в рабочей силе для производства продовольствия все уменьшалась, а это усилило тенденцию к привлечению основной массы населения в города. Зародившись в Англии, механизированное сельское хозяйство должно было распространиться и вскоре распространилось на вновь открытые американские земли, а затем, многие десятилетия спустя, и на наиболее густо населенные сельскохозяйственные районы Европы.

Интерес к сельскому хозяйству не ограничивался зонами умеренного климата. Поиски тропических плодов и возможных колоний вели к новым путешествиям с целью открытия новых земель. Это были уже не полупиратские авантюры XVII века, вроде авантюры Дампира, но надлежащим образом снаряженные научные экспедиции, служившие предметом корректного соперничества между целым рядом стран. Кук (1728—1779), Бугенвиль (1729—1811) и Лаперуз (1741—1788)—наиболее замечательные типы таких путешественников. Даже злополучное путешествие корабля «Баунти» в 1789 году было предпринято с целью перенесения культуры хлебного дерева с островов Южных морей в Вест-Индию.

Творцы промышленной революции

Сама промышленная революция в начальных стадиях своего развития не являлась плодом каких-либо достижений науки; творцами ее были ремесленники-изобретатели, чей успех обуславливался исключительно благоприятными экономическими условиями. Фактически главные события в развитии текстильной промышленности произошли без применения каких-либо радикально новых

научных положений. Подлинное значение этих событий заключалось в том, что они свидетельствовали о вступлении в действие нового фактора. Рабочий с его небольшим накопленным или полученным в долг капиталом впервые предъявлял свои права на преобразование и направление процессов производства в «подлинно революционном духе», как говорил Маркс^{4.3.123}, в противоположность простому господству купца над производством мелких ремесленников посредством постепенного их вытеснения (putting-out system).

Энергия пара

Тем не менее без паровой машины и буквально безграничных возможностей даваемой ею энергии революция, быть может, ограничилась бы ускорением перемещения текстильной промышленности в такие хорошо обводненные районы, как Ланкашир и Вест-Райдинг в Йоркшире, и достижения ее не пошли бы далее аналогичных технических достижений Китая за много столетий до этого. Именно использование паровой машины в качестве источника энергии для текстильной промышленности объединило две вначале изолированно развивавшиеся отрасли—тяжелую и легкую промышленность—и создало тот современный промышленный комплекс, который должен был распространиться из места своего зарождения, Англии, по всему миру. Сейчас паровая машина, как будет показано ниже (стр. 322 и далее), представляет собой по преимуществу сознательное применение научной мысли на практике, и в этом смысле наука сыграла в этой революции важную роль.

В свою очередь сама промышленная революция должна была дать стимул и оказать поддержку новому подъему научной деятельности. Такой подъем был даже еще теснее связан с проблемами, поднятыми промышленностью, чем это имело место в XVII веке. Не только в Англии, Шотландии и Франции, но, по мере приближения к концу XVII века, также и в России, Италии и Германии движение за сознательное использование науки «для улучшения ремесел и мануфактур» распространилось среди только что поднявшейся буржуазии и пользовалось благосклонностью даже в среде аристократии и просвещенных деспотов, подобных Екатерине Великой и австрийскому императору Иосифу II. Однако в XVIII веке интерес к науке имел иной характер, чем в предшествовавшем веке; он был более тесно связан с достижениями в области производства и имел революционную окраску.

Наука в промышленных районах. «Энциклопедия»

Характерно, что возрождение науки в Англии конца XVIII века шло уже не из Оксфорда, Кембриджа и Лондона, как это было в XVII веке, а из Лидса, Глазго, Эдинбурга и Манчестера и более всего из нового города—Бирмингема, ставшего самым прославленным ее центром (стр. 293). Во Франции, где аналогичный процесс все более очевидно тормозился устаревшей политической и социальной системой, энергия всех передовых умов, уже отчаявшихся в возможности каких-либо улучшений, была в конце концов направлена на то, чтобы избавиться от нее, и это способствовало французской революции. Памятником его явилась великая «Encyclopédie des Arts, Sciences et Metiers» («Энциклопедия наук, искусств и ремесел»), 28 томов которой вышли в свет в период с 1751 по 1772 год главным образом благодаря трудам Дидро (1713—1784) и Даламбера (1717—1783), хотя в ней принимали участие почти все философы. То была библия нового либерализма, объединявшая свободную мысль с наукой, промышленностью и с принципом *laissez-faire*.

Вениамин Франклин

Наиболее выдающимся пророком и предтечей нового движения был Вениамин Франклин, о котором можно с гораздо большей достоверностью, чем о Каннинге, сказать, что «он открыл новый мир, чтобы восстановить равновесие старого». Франклин родился в 1706 году в семье бедного торговца сальными

свечами в Бостоне (США). В двенадцатилетнем возрасте он был отдан в учение к печатнику и издателю, а в семнадцать лет сбежал в Филадельфию, чтобы устроиться самостоятельно. Он был послан в Англию—в погоню за несбыточным и добывал себе средства к существованию, работая печатником; здесь он сумел приобрести основательные познания в области науки и политики своего времени. В 1726 году Франклин вернулся в Филадельфию, где заложил основы теории электричества и изобрел громоотвод, кресло-качалку и железную печь. В 1743 году он основал первое Американское философское общество. В дальнейшем он стал почтдириктором колоний и снарядил злополучную экспедицию генерала Брэддока против форта Дюкесн (Питтсбург) в 1755 году.

Позднее он вернулся в Англию в качестве представителя Пенсильвании и здесь понял, что у него нет иного выбора, кроме борьбы за независимость колоний, которые аристократическая олигархия Англии не могла оценить по достоинству и управлять которыми была неспособна. Франклин был поистине первым, кто понял все возможности Нового Света и задумался о его будущем, как об этом свидетельствует его работа над Декларацией независимости и над Конституцией. Будучи слишком старым для активного участия в Войне за независимость, он сослужил своей стране последнюю и в некоторых отношениях самую большую службу в качестве ее посла во Франции; здесь он добился поддержки для дела своей родины, которая сыграла решающую роль в происходящей борьбе. Именно в период своего пребывания в Париже и Версале он оказал величайшее влияние на направление политики и науки. Франклин был Бэконом XVIII века, с тем, однако, отличием, что это был уже не коварный царедворец или просвещенный судья, обращающийся к государям с призывом об упорении науки, но человек из народа, родившийся в обстановке свободы и исполненный решимости сохранить и расширить ее. Франклин стоял в центре деятельности науки нового века. Он от всего сердца присоединился к планам философов и со своей стороны внес в их деятельность дух демократии и практического здравого смысла, которого им не хватало.

Диссидентские академии и «Лунное общество»

Идеи Франклина были претворены в жизнь его младшими современниками в Англии. Хотя, как разъяснено выше, промышленная революция была еще мало чем обязана науке, однако люди, стоявшие во главе ее, были глубоко проникнуты ее духом. Значение науки, которая меньше ценилась в то время при дворе или в городе, было полностью осознано поколением северных промышленников и их друзьями. Они видели, что причиной того обстоятельства, что в прошлом наука не имела успеха, было то, что адепты ее не были людьми практическими. Затем, впервые в истории науки, ее начали систематически преподавать также за стенами морских школ. Несмотря на пренебрежительное отношение со стороны более старых университетов (во всяком случае, закрытых для оппозиционеров, какими было большинство людей нового направления), она нашла себе место в диссидентских академиях, подобных академиям Уоррингтона и Дэвентри. Поскольку академии эти были созданы на пожертвованные средства, успех их служил мерилом ощущавшейся в это время потребности в науке, и на протяжении XVIII века они давали лучшее, после шотландских университетов, научное образование в мире.

Именно в этот период промышленники, ученые и новые инженеры-профессионалы значительно больше общались друг с другом в своей работе и общественной жизни, чем это делалось позднее, в XIX веке. Они находили себе женов в своем кругу, устраивали радушные приемы, без конца беседовали, экспериментировали и участвовали в составлении новых проектов. Это был век «Лунного общества», собиравшегося в период полнолуния в Бирмингеме и в Блэк каунтри и имевшего среди своих членов Джона Уилкинсона (1728—1808), фабриканта железных изделий, страстно влюбленного в железо и похороненного в железном гробу; Веджвуда (1744—1817), горшечника; Эджворта, гениального

ирландца, бредившего сумасбродными благородными проектами социального усовершенствования; шутливо-серьезного радикала Томаса Дэя из фирмы «Сандфорд и Мертон» ^{5.75}; поэтически настроенного, но весьма практичного доктора Эразма Дарвина (1731—1802) из Личфилда; Джозефа Пристли (1733—1804), о котором мы скажем ниже; меланхоличного, не знавшего усталости шотландца Джемса Уатта (1736—1819) ^{5.26} с его более молодым соотечественником Мердоком (1754—1839), изобретателем газового света; и, наконец, туда входил душа и центр всего движения, богатый, предприимчивый, веселый и гостеприимный Мэтью Болтон (1728—1809) ^{5.27}, фабрикант пуговиц из Бирмингема, ставший как первый производитель паровых машин почти в буквальном смысле перводвигателем промышленной революции. Как он писал императрице Екатерине, «я продаю то, что нужно всему миру,—энергию».

С ними всеми была тесно связана узами дружбы более серьезная группа шотландского возрождения XVIII века: философ Юм (1711—1776), служивший связующим звеном с философами Франции; Адам Смит (1723—1790) с его «Богатством народов», интеллектуальный отец капитализма эпохи «laissez-faire»; д-р Геттон (1726—1797), основатель современной геологической теории ^{5.35}. Другие, такие как д-р Ребук (1718—1794), медик, ставший химическим фабрикантом и основателем первого продуманно запланированного железодельного завода «Каррон Уоркс», и опекун Томаса Джефферсона д-р Смолл (1734—1775), в равной степени принадлежали Англии и Шотландии.

Такое сочетание науки и промышленности можно было найти только в Англии конца XVIII века. Существование его знаменует эпоху динамического равновесия техники и науки, переходный этап между периодом, когда науке приходилось больше учиться у промышленности, чем давать ей, и периодом, когда промышленность почти полностью стала опираться на науку. Интересы соответствующих кругов в других странах носили по необходимости более экономический и политический характер, ибо у них отсутствовала та прочная основа, которую могли дать науке только новые промышленники. Англия казалась им своего рода промышленной Меккой, и авторами некоторых из лучших отчетов об английской промышленности были, по сути дела, умные иностранные посетители этой страны, такие, как Габриэль Жар (1732—1769), один из основателей тяжелой индустрии Франции. Интересно отметить, что когда в 1782 году было решено создать современную железодельную промышленность в Ле Крезе, на первом крупном заводе за пределами Англии, от которого произошла не только французская, но и немецкая сталелитейная промышленность, оказалось необходимым пригласить для руководства технической стороной дела ^{5.17} А. У. Уилкинсона, брата фабриканта железных изделий.

Рациональная химия и революция в пневматике

Крупным новым вкладом науки в развитие производства в период промышленной революции явилось создание современной, то есть рациональной и количественной, химии. Это было таким событием в истории науки, значение которого можно приравнять к великому астрономо-механическому синтезу предшествовавшего столетия. О том, как оно произошло, будет рассказано в следующей главе; здесь же достаточно сказать, что оно знаменует результат быстрого развития химической промышленности, которая была главным образом вспомогательной отраслью новой механизированной текстильной промышленности крупного масштаба и вытекающего отсюда интереса ученых к проблемам материи и ее преобразований.

Фактически ключом, обусловившим возможность простого объяснения сложных вопросов химии, явилось изучение новых газов, которое само было тесно связано с опытами предшествовавшего века над воздухом и пустотой и с развитием паровой машины в то время. Поистине будет справедливым назвать подъем химии плодом этой «революции в пневматике». В результате работы первых экспериментаторов, подобных Блэку в Шотландии, Пристли

в Англии и Шееле в Швеции, Лавуазье с его логическим складом ума внес порядок в хаос старых и новых фактов. Двадцатью годами позднее Дальтон, исходя из атомистической теории, дал объяснение, надежно связавшее химию с материально-механической схемой Ньютона, хотя потребовалось еще сто лет, прежде чем мог быть уяснен характер тех сил, которые действовали между химическими атомами (стр. 342, 350).

Век разума. Джозеф Пристли

Влияние успехов науки чувствовалось не только в области промышленности. Начиная с Франклина, ученые конца XVIII века как в Англии, так и во Франции принадлежали главным образом к радикалам и либералам. Наиболее характерной фигурой этого движения, сочетавшей в себе увлечение наукой, филантропией и радикальной политикой, был Джозеф Пристли (1733—1804). Сын владельца ткацкой мастерской в Йоркшире он получил образование в диссидентской академии в Давентри, готовясь стать священником конгрегационной церкви. Он жадно вбирал в себя новый дух просвещения, который привел его не к неверию, как это случилось бы во Франции, а к рациональному христианству все более унитариянского типа. Это плохо рекомендовало его в глазах ортодоксальной церкви, однако научная подготовка Пристли и его интересы привели его к контакту с научным миром и, в частности, с Вениамином Франклином, который внушил ему мысль написать «Историю электричества»^{5,67}, что и побудило Пристли вступить на стезю науки. В 1767 году Пристли становится священником в Лидсе, где проводит свои эксперименты над углекислым газом (стр. 347). С этого момента он начинает пользоваться поддержкой со стороны промышленников и нескольких меценатствующих аристократов. В наиболее плодотворный период своей жизни, с 1773 по 1780 год, он пользовался домом и лабораторией, которые были ему фактически предоставлены лордом Шельберном. Именно здесь он открыл кислород, что принесло ему мировую славу.

Тем не менее для самого Пристли эта научная деятельность была лишь второстепенной по отношению к его главной цели—догматической полемике в защиту свободной религии. Религиозные взгляды Пристли были тесно связаны с его научными взглядами. Будучи далек от мысли разобщать материю и дух, разум и веру, как это делал Декарт, он искал чистого откровения, которое объединило бы их. Это откровение он искал как в св. писании, так и в природе, считая ее делом божества. По его мнению, энергия, открытая при нахождении электричества, доказывала, что материя не инертна и поэтому не является внутренне не способной к ощущениям. В одном отношении его мышление возвращается к гилозоизму Эригены (стр. 174); в другом—устремлено к организматической философии Уайтхеда. Такие верования, как вера в св. Троицу, искупление, предопределение и даже в существование души, он рассматривал как «искажение христианства»^{5,9,190}. В XVIII веке такие взгляды имели ограниченное применение. Французам было странно видеть философа, верящего в бога; англичане находили, что религия Пристли мало чем отличается от атеизма. Тем не менее он твердо верил в христианскую мораль, «которая представляет собой не что иное, как хорошо известные житейские обязанности, большее благочестие по отношению к богу, большую благожелательность по отношению к человеку». Именно в этом духе Пристли поддерживал всякую форму улучшений в общественной или культурной области, стремясь, как он говорил, «к величайшему счастью величайшего числа людей».

Пристли никогда не принимал активного участия в политической жизни; однако даже тогда, когда общественное мнение выступало против тенденций французской революции, даже простое, публично выраженное несогласие не только с догматами англиканской церкви, как установленными законом, но и со взглядами благонамеренных раскольников рассматривалось как равносильное мятежу, если не измене. Кроткий и благожелательный доктор Пристли скоро

превратился в радикальное республиканское пугало. Напряжение достигло предела в 1791 году, когда Бирмингемская клика, выступая в защиту церкви и короля, при попустительстве властей сожгла его дом, находившийся вблизи Бирмингема, в результате чего полностью погибли его библиотека и лаборатория. Даже тогда, когда Пристли не грозила больше опасность насилия, коллеги настолько сторонились его из-за его политических взглядов, что он эмигрировал в Америку, где и умер в 1804 году. Казалось, события сложились не в пользу его непосредственной миссии, и тем не менее, прямо или косвенно, его влияние должно было снова подняться, чтобы вдохновить либеральное и филантропическое движение XIX века (стр. 303, 554 и далее).

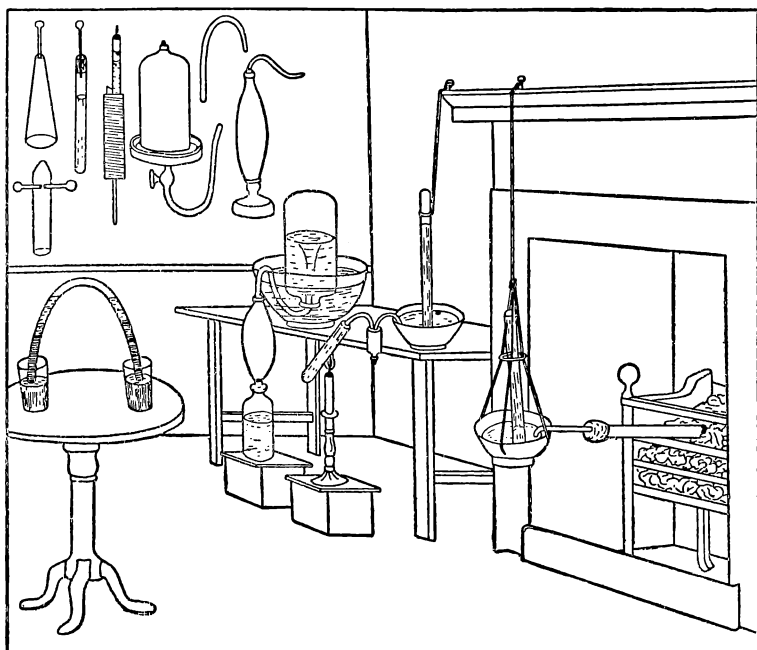
Антуан Лоран Лавуазье

Имя Пристли неразрывно связано в истории науки с именем Лавуазье, ибо именно на основе исследований этого англичанина француз Лавуазье построил революционную теорию, которой суждено было раз и навсегда превратить химию в рациональную, количественную науку^{5,52}. Как личность, Лавуазье господствовал во французской науке конца XVIII века. Это был человек совсем иного склада, чем Пристли. Хотя для них обоих наука была единственным, и во всяком случае главным, интересом в жизни, в Лавуазье не было ничего сколько-нибудь похожего на смутную религиозно-радикальную филантропию Пристли. Вместо этого стремлением Лавуазье была действенная служба на благо общества и практическое применение науки с целью приведения «старого режима» в соответствие с современностью. Уже с юных лет Лавуазье показал себя чрезвычайно компетентным и уверенным в своих силах человеком. Отчасти это объяснялось тем, что он был последним отпрыском богатой семьи, которая постепенно, благодаря осторожному и умелому ведению своих дел, шаг за шагом поднималась по ступеням общественной лестницы, от почтальона до почтмейстера, купца, нотариуса, прокурора и, наконец, члена парижского *парламента*. Сам Лавуазье должен был сделать последний шаг в этом направлении (за исключением получения дворянства) и купить пост генерального откупщика в «Компании откупов» — небольшой корпорации, обладавшей огромным капиталом и занимавшейся сбором налогов для короля. Он не мог в то время предвидеть, что этот шаг должен был стоить ему головы.

Лавуазье получил прекрасное научное образование, включавшее математику, астрономию, ботанику, анатомию, геологию и, что важнее всего, химию, под руководством Руэля (1703—1770), гениального демонстратора «Королевского сада». Молодой человек с большими средствами, хорошо овладевший всеми доступными в то время знаниями, Лавуазье мечтал тогда навести какой-то разумный порядок как в области науки, так и в жизни общества. Первой его научной работой было создание геологической карты Франции и обзор ее ископаемых богатств, что явилось результатом предпринятого им в 1767 году (когда ему было 24 года) путешествия по стране. Позднее Лавуазье суждено было заняться такими проблемами, как система уличного освещения, экспериментальное сельское хозяйство, а также многими проектами общего усовершенствования, столь же характерными для Франции XVIII века, как и для Англии. Наиболее важным событием в жизни Лавуазье было его назначение в 1775 году в Управление порохов и селитр и переезд в арсенал, где он создал то, что для того времени было, вероятно, лучшей лабораторией мира, — лаборатория Пристли была так мала, что могла бы поместиться на подносе (рис. 12).

О научной работе Лавуазье будет сказано ниже (стр. 348 и дальше); здесь же нас интересует то влияние, которое он оказал на практическое использование науки, в чем он проявил непревзойденное мастерство, равного которому не встречается еще в течение многих лет. Во всем, что он делал, проявлялась работа исключительно ясного, методичного и незаурядного ума. Лавуазье не чувствовал склонности к философии. Хотя он открыл для применения физических и математических законов обширную область химии, решающее значение для

а



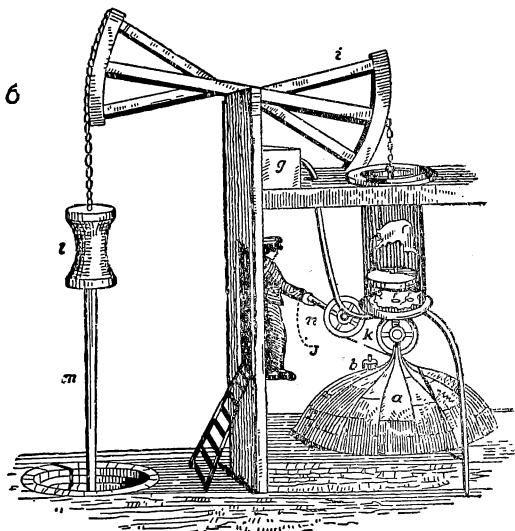
Р и с. 12. Техника и наука XVIII века.

а—лаборатория Пристли.

Предназначена главным образом для получения газов и работы с ними. Обратите внимание на домашний характер аппаратуры. Для нагревания до небольшой температуры используется свеча, до высокой—отопливаемый углем камин (стр. 296).

науки имели не его методы, а скорее та ясность, которую он внес в нее. Судебное преследование, которому он подвергся вместе с другими членами корпорации «Компания откупов», было направлено не против него лично и еще менее против науки. Он пострадал за систему, с которой неизбежно и явно связывалось его имя в том революционном движении, для успеха которого он, по иронии судьбы, сделал так много.

Пристли и Лавуазье были только двумя индивидами, олицетворявшими расцвет надежды и прогресса, так тесно связанных с быстрым развитием науки и промышленности. К концу XVIII века все больше и больше людей, и—впервые в истории—в том числе и женщин, начали задумываться о возможности существования вселенной, управляемой законами разума и равенства, а не предрассудка и привилегии. Это движение широко распространилось по Европе и Новому Свету, охватило Италию, Австрию, Пруссию, Россию и проникло даже в Испа-



б—насосная паровая машина Ньюкомена. Обратите внимание на оператора, на обязанности которого лежит открывание и закрывание клапанов при каждом ходе поршня. Позднее эта система была заменена автоматическим регулятором (стр. 324).

нию. Примечательно, например, что в это время в итальянской науке, которая в течение столь долгого времени находилась в состоянии застоя, началось возрождение национального гения, о чем свидетельствует крупный вклад в нее Гальвани, Вольты и Авогадро. Эти ученые испытывали влияние не только тех теорий, которые были порождены их собственным опытом и стремлениями, как это было в работах Жан Жака Руссо (1712—1778), но также и всего того, что они узнавали о древнем и замечательно разумном китайском обществе, об исполненном добродетелей индийском обществе и из рассказов участников научных экспедиций о простой и счастливой жизни народов коралловых островов Южных морей. Идеалом стало общество, разумно направляемое философами и свободное от деспотизма обычая, и все указывало на возврат к природе (стр. 550). Это была эпоха просвещенного абсолютизма, эпоха Фридриха Великого, Иосифа II и Екатерины II. И одним из важнейших ее стимулов была наука. Она давала одновременно и новое теоретическое оружие для критики старого режима и средство для практического возрождения человечества путем использования преобразованной, механизированной промышленности. Промышленности было суждено вызвать бурный научный и технический подъем, который благодаря своей интенсивности и сознательному характеру, равно как и своему высокому уровню, оказал на общество более сильное влияние, чем все, чему мир был свидетелем до сих пор.

8.3. ФРАНЦУЗСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА НАУКУ

Французские ученые последних дней монархии были глубоко проникнуты тем духом усовершенствования, который несли с собой *философы*, и новый режим открыл перед ними богатые возможности. В общем процессе ликвидации остатков феодализма и прославлении разума наука играла решающую роль. Все революционные правительства официально признали ее значение, много давали ей и в свою очередь многого от нее ожидали. Некоторые ученые, подобно Монжу (1746—1818) и Лазарю Карно (1753—1823), были ярыми республиканцами и немедленно занялись экономической и даже военной администрацией. Другие, подобно Байи (1736—1793), Кондорсе (1743—1794) и великому Лавауэзе, хотя вначале и полностью сотрудничали с этими правительствами, не могли, однако, отречься от своей близости к старому режиму и стали жертвами народной реакции на вторжение во Францию. Большинство же было занято реформой устаревшей государственной машины и системы просвещения на научных основах.

Первой задачей была реформа мер и весов и установление метрической системы, что было окончательно завершено в 1799 году. Чтобы осуществить эту задачу, потребовалась революция, как об этом свидетельствует упорная живучесть старых громоздких систем повсюду, куда ни проникало влияние Франции и французской логики. Второй важной задачей было создание современной научной системы просвещения, первого настоящего изменения в области просвещения с эпохи Возрождения. Революционеры строили его систематически и в больших масштабах, строили на основах, уже заложенных в диссидентских академиях Англии и в военных школах Франции, несмотря на противодействие старых университетов. Исключение представляла Шотландия; как мы видели, шотландские университеты с самого начала находились на передовой линии научного прогресса. Среди питомцев диссидентских академий были Пристли и фабрикант железных изделий Уилкинсон, из французских военных школ вышли математики Монж и Понселе, а также такие солдаты, как Наполеон и, как это ни странно, Веллингтон, обучавшийся здесь после окончания Итона. Для промышленности и войны наука стала насущно необходимой. Создание Высшей нормальной школы, Медицинской школы и, наиболее крупной из них всех, Политехнической школы дало образцы научных, педагогических и исследова-

тельских учреждений будущего ^{4.75}. Прием в эти школы только самых выдающихся людей обеспечил создание типа ученого-профессора, живущего на свое жалованье, который должен был в XIX веке заменить дворянина-любителя или пользовавшегося покровительством и работавшего по их заказу ученого ранних времен.

Среди первых выпускников новых учебных заведений мы находим такие имена, как Шарль (1746—1823), Гей-Люссак (1778—1850), Тенар (1777—1853), Малюс (1775—1812) и Френель (1788—1827); всем им суждено было добиться больших достижений во многих отраслях науки. Эти учреждения давали талантливым представителям всех классов общества благоприятную возможность занять прочное место в науке. Именно им Франция обязана своим научным превосходством на мировой арене, которое она продолжала сохранять за собой и в XIX веке до тех пор, пока Англия и Германия не последовали ее примеру в постановке научного просвещения.

Наполеон. Покровительство науке

Период царствования Наполеона, последовавший сразу же за революцией, не привел к какому-либо замедлению научного прогресса. Хотя просвещенные деспоты и оказывали науке свое покровительство, Наполеон лично взял на себя заботу о ней. Он часто присутствовал на сессиях академии, взял с собой в Египет целую научную экспедицию и соблаговолил заказать основателю кристаллографии аббату Гаюй (1743—1822) составление учебника по физике. На протяжении более чем столетия он был в конечном счете первым и единственным влиятельным правителем, получившим научное образование. Поэтому он имел и некоторое представление, пусть даже только представление, умного буржуа о полезности просвещения и заботился о том, чтобы оно оказало практическую поддержку его режиму и его армиям.

Войны Наполеона косвенно имели серьезное значение для развития науки. К концу XVIII века промышленная революция лишь постепенно проникала во Францию, но Франция была более густо населенной страной, чем Англия,—она имела 28 млн. жителей по сравнению с 11 млн. жителей Англии,—и выпуск ее промышленной продукции, хотя и менее концентрированной, был фактически более значительным ^{5.37a.3}. Поэтому Франция была вполне способна выдержать беспримерное напряжение, связанное с посылкой армий для ведения войн по всей Европе. Английская блокада, ставшая возможной благодаря техническому превосходству Англии на море, не наносила в то время сколько-нибудь серьезного ущерба экономике Франции. Ее конечной целью было главным образом уничтожение французских заморских рынков. В тех областях, где действие ее было чувствительным, где она мешала снабжению такими продуктами, как сода и сахар, результатом блокады явилось развитие французской химической промышленности, что обеспечило Франции господство в этой области на протяжении тридцати лет. В отличие от войн более позднего времени войны Наполеона не распространились на область самой науки, а скорее содействовали встречам ученых различных стран. Наполеон присудил Дэви премию за сделанные им в 1808 году открытия в области электрохимии, и тот не колеблясь направился в Париж, чтобы получить ее. Он выразил при этом свой протест против ограниченности людей, возражавших против его поездки только потому, что страны находились тогда в состоянии войны ^{5.5}.

Обстановка в Англии в период французской революции была совершенно иной. Здесь вместо действительных и коренных нововведений наблюдалось чуть ли не отчаянное стремление сохранить старые формы церкви и государства и отказаться от освободительных тенденций вигов. В религиозной оппозиции произошел поворот от рационального деизма к эмоциональному методизму. Однако ничто не могло помешать развитию промышленности, обеспеченной в то время в результате блокады Франции более емкими рынками и получившей дополнительный стимул для своего расширения в связи с производством военных

материалов не только для Англии, но и для ее отсталых в промышленном отношении союзников.

Королевский институт. Граф Румфорд

Единственным мероприятием в Англии, аналогичным учреждению новых научных школ на континенте, явилось основание в 1799 году Королевского института. Это произошло по инициативе сэра Бенджамина Томпсона, графа Священной Римской империи Румфорда (1753—1814), американского тори, обладавшего, однако, той же практической жилкой, какая наблюдалась и у Франклина. Будучи противником демократии, он считал, что для сохранения старого режима необходима действенная общественная организация, и доказал это на примере своего управления Баварским королевством до нападения на него французов. Здесь он изгнал нищих с улиц и поместил их в рабочие дома; он столь успешно изучил экономные методы организации питания, что для прокормления обитателей этих домов ему было достаточно трех фартингов в день; бюджет армии он превратил из дефицитного в прибыльный, введя для солдат ремесла. В ходе проведения этих мероприятий он открыл законы передачи теплоты и показал, каким образом она могла быть произведена работой. Возвратясь в Англию, он сразу же увидел, что промышленная революция не может иметь успеха, если не будут изысканы какие-то способы подготовки нового типа механиков, могущих опираться на достижения науки, а не на слепую традицию. С этой целью он убедил своих богатых сограждан вложить деньги в организацию учреждения, находящегося под королевским покровительством и имевшего целью:

«... распространение познания и облегчение широкого введения полезных механических изобретений и усовершенствований и обучение посредством курсов философских лекций и экспериментов приложению науки к общим целям жизни».

Учреждение это недолго следовало заветам своего основателя. Первым директором его был крупный ученый и еще более крупный сноб и любитель внешних эффектов Гемфри Дэви (1778—1829)^{5.5}. Дэви больше всего известен как изобретатель безопасной рудничной лампы (1815), явившейся плодом непосредственно научно-исследовательской работы в области промышленности, проведенной им безвозмездно. Хотя эта лампа предназначалась для предотвращения взрывов рудничного газа, она успешно применялась для разработки прежде недоступных из-за зараженности газами рудников, так что добыча руды повысилась, число же несчастных случаев продолжало оставаться примерно на том же уровне. Гимн, прославлявший пользу науки и прозвучавший во вступительном докладе Дэви, сделанном им в 1802 году, когда ему было всего 23 года, хорошо выражал дух нового века. В нем мы находим следующее выражение кредо XIX века:

«Неравное разделение собственности и труда, различия среди человечества в званиях и положении являются источником могущества в цивилизованной жизни, его движущими причинами и даже самой его душой»^{5.5}.

При таком объединении науки, полезности и сильных консервативных чувств неудивительно, что Королевский институт стал модным центром, столь же популярным среди дворянства и джентри, как и опера.

Для того чтобы сделать этот институт еще более недосыгаемым, даже черный ход его помещения, через который механикам разрешалось незаметно пробираться на галерею, был замурован. Однако Дэви процветал и создал единственную в своем роде субсидируемую лабораторию, в которой была сделана значительная часть основных научных открытий первой половины XIX века. Учебная сторона дела ограничивалась лекциями, и хотя эти последние привлекли одного из величайших ученых, каких только знало человечество, — подмастерья-переплетчика Михаила Фарадея (стр. 340), принятого в институт в качестве помощника Дэви и здесь получившего свои познания, — в институте

этом не нашлось места для сотен потенциальных Фарадеев, которых Англия того времени, конечно, могла бы дать в таком же изобилии, как и Франция.

Реакция посленаполеоновского периода

Великое движение Просвещения было на некоторое время замедлено реакцией, последовавшей за наполеоновскими войнами, которые так много сделали в свое время для распространения этого движения по всем странам Европы, а также серьезным кризисом, наступившим в 20-х годах XIX века. Именно в этой обстановке промышленная революция показала свою наиболее уродливую сторону—безработицу и обнищание широких народных масс, и правящие круги, перед глазами которых вставал призрак новой революции, вынуждены были напрячь все свои материальные и духовные силы, чтобы держать толпу в подчинении. Взоры людей обратились назад, к некоему синтетическому «средневековью», а место рационального материализма с его атеистическими и революционными ассоциациями заняла сентиментальная романтика. Произошел временный спад интереса к науке, не затронувший только Германию, где наука была связана с пробуждающимся национализмом и бесплодной трансцендентальной *натурфилософией* (стр. 361). Промышленность уже не предъявляла своих требований к науке, поскольку число военных заказов сократилось; меньше чем когда-либо прежде ощущало потребность в ней и правительство времен французской Реставрации и Священного Союза. Тем не менее этот спад был только относительным по сравнению с кипучей деятельностью последних двух десятилетий XVIII века. Так много было сделано в этот период и наука слишком глубоко вошла в плоть и кровь новой промышленности, чтобы этот ее отход от нее мог иметь либо столь же серьезные, либо столь же длительные последствия, как это наблюдалось в начале XVIII века. Несмотря на реакцию, ученые и поклонники науки в Англии, Франции и Германии составляли авангард возобновленного движения за либеральные реформы.

8.4. ХАРАКТЕР НАУКИ В ЭПОХУ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Семьдесят лет—с 1760 по 1830 год, и в особенности тридцать лет—с 1770 по 1800 год, явились периодом решающего поворота в мировой истории. Они знаменуют первую практическую реализацию новых возможностей машин в рамках новой, капиталистической производительной промышленности. Стоило только стать на этот путь, как огромный размах прогресса промышленности и науки XIX столетия стал неизбежным. Новая система была настолько действеннее и настолько дешевле старой, что никакая серьезная конкуренция с ней была уже невозможна. Не могло быть также и никакого поворота назад. Рано или поздно должен был измениться весь уклад жизни каждого человека во всем мире. Этот критический переход явился кульминационным пунктом тех преобразований в технике и экономике, которые, как это было показано, достигли наивысшей точки в Англии, в области техники, около 1760 года, а во Франции, в области экономики и политики,—тридцатью годами позже. Осуществить эти преобразования было нелегко; и не случайно, что период этот был эпохой беспримерных в истории революций и войн.

В науке преобразования XVIII века носили также революционный характер, причем выражение «революция в пневматике» относится только к одному из аспектов этих преобразований. Хотя в традиционных трудах по истории науки они и трактуются только как придаток к отказу Коперника—Галилея—Ньютона от античной науки, это критерий лишь того, до какой степени сами историки все еще находятся под гипнозом классической традиции. XVII век разрешил поставленные древнегреческой наукой проблемы с помощью новых математических и экспериментальных методов. Ученые XVIII века должны были

решать этими методами такие проблемы, о которых древние греки никогда даже и не задумывались. Но они должны были сделать больше того: им предстояло прочно ввести науку в производственный механизм в качестве его нераздельной составной части. Применение силовых установок, химии и электричества отныне должно было сделать науку совершенно необходимой для промышленности. Первый шаг к этому был сделан в XVII веке, когда достижения в области астрономии поставили науку на службу мореплаванию. И все же она в значительной степени продолжала оставаться тем, чем стала в классические времена,—некоей скрытой частью системы верований, воздвигнутой в интересах правящих классов. Иными словами, это была часть идеологической надстройки. По сути дела, наука ничего не дала промышленности. На заре же XIX века она должна была, не теряя своего академического характера, стать одним из главных элементов производительных сил человечества. Это, как мы увидим далее, должно было стать постоянной и неизменно растущей в своем значении характеристикой ее чертой, которой суждено было пережить социальные формы капитализма, содействовавшего ее зарождению.

В области идей век революций дал очень мало такого, что можно было бы сравнить с научными открытиями или техническими изобретениями этого периода. Для того чтобы переварить в голове события и преобразования, быстро следовавшие одни за другими на протяжении периода с 1760 по 1830 год, требовалось время. В области мышления эпоха эта находится на грани двух периодов. Идеи, вдохновившие революцию, были идеями французских философов—Вольтера и Руссо. Они были наследием Ньютона и Локка, основанным на эмоциональной вере в человека и в возможность его совершенствования посредством свободных учреждений и просвещения, стоит только порвать те узы, которыми связали его церковь и корона. Отзвук этих идей в Германии можно было найти в глубокомысленных размышлениях Канта (1724—1804), пытавшегося объединить в единую систему достижения науки и внутренний свет разума.

Идеи, которые должны были зародиться в XIX веке, были основаны на тяжком опыте промышленной революции и отказе людей, которым принадлежала культура и собственность, слишком буквально применять лозунги свободы, равенства и братства. Попытка применить социальную философию Просвещения во французской революции обнаружила ее серьезные недостатки. В частности, она показала, как мало новые идеи касались жизни крестьян и бедных рабочих, составлявших основную массу населения. Именно они—*народ*—придали революции ее силу, однако, когда ее непосредственная цель—ликвидация ограничений, налагавшихся феодализмом на частное предпринимательство,—была достигнута, тот же самый народ стал *чернью*, угрозой, постоянно висевшей над обладателями собственности, столпами общества. Наука, просвещение, либеральная теология, некогда бывшие в моде, стали теперь считаться опасными мыслями. Непосредственный переход этот можно наглядно увидеть, сравнив оптимизм Годвина (1756—1836) с суровой и безнадёжной картиной человеческого существования, нарисованной Мальтусом (1766—1834) (стр. 553).

Значительный прогресс идей явился прямым следствием великих преобразований этого времени. Это было признание наличия исторического и непреложного элемента в человеческих делах. В соответствии с официальной—ньютоновской—либеральной точкой зрения считалось, что *естественные законы*, которые были перенесены с солнечной системы на жизнь человека и на человеческое общество, установлены на вечные времена. Нужно было лишь открыть, что представляли собой эти законы, и раз навсегда привести промышленность, сельское хозяйство и общество в соответствие с ними. Неудача попытки французской революции учредить век разума дала возможность развиваться противоположной точке зрения—идее эволюционного развития. Такая идея в отношении человеческих обществ действительно мелькнула в начале XVIII века

у Вико (1688—1744) (стр. 551), а позднее Бюффон (1707—1788) и Эразм Дарвин (1731—1802) выдвинули предположение, что организмы и даже сама Земля имели длительную эволюционную историю. Однако обобщить эти идеи в философскую систему выпало на долю Гегеля (1770—1831), а показать следствия эволюционной борьбы в природе и обществе предстояло позднее, в XIX веке, Чарлзу Дарвину (1809—1882) и Карлу Марксу (1818—1883) (стр. 557 и далее).

8.5. НАУКА В СЕРЕДИНЕ XIX ВЕКА (1830—1870)

Если в XVIII веке любознательные и дальновидные люди стали осознавать приближение машинной промышленности, то в середине XIX века последствия ее введения не могли пройти незамеченными для большинства даже ненаблюдательных людей во всех уголках земного шара. Посредством простого увеличения размаха и расширения сферы применения более ранних изобретений было осуществлено полное преобразование жизни десятков миллионов людей, живших в новых промышленных странах. Быстро выросли новые крупные города, заселенные столь же быстро растущим населением. Наряду с ростом промышленности развивались и совершенно новые средства транспорта: железные дороги, связавшие между собой промышленные центры, и пароходы, собиравшие и доставлявшие им сырье и развозившие во все концы земли их продукцию. Поистине, там, где XVIII век нашел ключ к *производству*, XIX веку суждено было дать ключ к *средствам связи*. Никогда еще ни одно подобное изменение в жизни людей не происходило с такой основательностью и быстротой. Повсюду, куда распространился индустриализм, уничтожались старые феодальные общественные отношения. Основная масса населения превратилась в наемных рабочих. Вся экономическая и политическая инициатива принадлежала новому классу капиталистических *предпринимателей*. Даже в области государственного устройства остатки феодальной реакции были легко сметены успехом революции 1830 года во Франции и реформой избирательной системы 1832 года в Англии^{5, 95}, и государство, по выражению Маркса, стало представлять собой «... только комитет, управляющий общими делами всего класса буржуазии». Не было больше такой необходимости в охране привилегий с помощью законодательства; с того момента, как собственность была ограждена, сама экономическая система должна была позаботиться о том, чтобы каждый получил ровно столько, сколько он стоил.

Никогда еще богатство не собиралось с такой легкостью; нищета никогда еще не была столь широко распространенной и неогражденной никакими социальными законами. Новые успехи техники несли с собой дым, копоть, неряшливость и уродство, какие не могла бы породить ни одна из прежних цивилизаций. Именно в этой обстановке наука приближалась к своему нынешнему уровню активности и значимости. Действительно, как мы видели, она уже до начала XIX века была необходимым помощником в организации работы новых отраслей промышленности, и по мере того как этот век близился к концу, круг ее услуг промышленности непрестанно возрастал. Она значительно выросла и в процессе этого роста неизбежно начала испытывать прямое влияние господствующих социальных сил капитализма.

Тот факт, что к 30-м годам XIX века завершился переход власти от знати к денежному мешку, и даже то, что это было, быть может, необходимостью, стал уже общепризнанным. Правда, в ходе французской революции были перейдены надлежащие границы, и когда в XIX веке было достигнуто идеальное состояние конституционной демократии, имелись все основания противиться дальнейшим радикальным изменениям или даже всякой радикальной критике пороков общества. В прошлом наука представляла собой важный стимул для такой критики. Сейчас как ученые, так и люди, к ученому миру не принадлежащие, в равной степени чувствовали, что, поскольку она прочно заняла свое место, ей не следовало бы играть роль критика и атеиста.

Утилитаристы

В то время было необходимо вновь, как и в середине XVII века, отделить концепции науки от ее общественных связей; создать идею «чистой науки» и, таким образом, вновь вернуть ей ее благонамеренность, дать ей возможность преуспевать и, что еще лучше, стать действительно выгодной. Такое преобразование широко проводилось главным образом утилитаристами, выхолощенными последователями философов XVIII века. Следуя по стопам Адама Смита и Иеремии Бентама, они без колебаний поставили перед собой задачу устранить старые традиционные пороки общества с помощью законодательства, которое предоставило бы капиталистам абсолютную свободу. Только таким образом, при соблюдении железных правил политической экономии, какими их изложили Рикардо (1772—1823) и Дж. Стюарт Милль (1806—1873), могло быть обеспечено «величайшее счастье величайшего числа людей» (стр. 295). В эту эпоху они были исполнены великолепной уверенности в том, что наука раскрыла наконец вечные законы общества—как группы свободно договаривающихся, независимых индивидов. Твердо веря своим новым пророкам, дельцы золотого века капитала из кожи вон лезли, чтобы доказать, насколько они были правы. В огромном подъеме производительной деятельности, проходившей с 1830 по 1870 год без всякой задержки или только с незначительными задержками, науке была отведена небольшая, но жизненно важная и постоянно возрастающая роль.

Это был период расцвета капитализма с его непомерным богатством и гнетущей нищетой; период чартистов и «голодных сороковых годов», равно как и период выставки 1851 года. Капитализм поистине, как это предсказывал в 1848 году Маркс, вызвал к жизни лишенный собственности рабочий класс, потенциальная сила которого должна была положить конец господству капитализма. Однако день этот был еще далек, и хотя борьба за лучшие условия жизни никогда не прекращалась, увеличение производства и расширяющиеся рынки сбыта на долгое время дали капиталистам возможность идти на своевременные уступки в отношении жизненного уровня рабочего класса.

Период середины XIX века не был периодом радикального технического преобразования, которое могло бы сравниться с преобразованиями XVIII века. Это был скорее период непрерывного совершенствования мануфактурных методов, применявшихся во все более широких масштабах. Хотя на сцене начали появляться соперники Англии, ей удалось удержать за собой и даже умножить те выгоды, которые она получила в результате промышленной революции. В течение известного времени она являлась буквально промышленной мастерской мира. Дешевизна товаров, по преимуществу текстильных, выработанных новыми машинами, настолько расширила ее рынки сбыта, что в течение нескольких десятилетий возможности их казались неограниченными. Спрос этих рынков мог быть удовлетворен путем простого увеличения количества и непрерывного усовершенствования существовавших типов машин. Поэтому производство не испытывало какой-либо особо острой необходимости в изобретении новых механизмов.

С другой стороны, все увеличивалась потребность в ускорении *связи и перевозок*. *Телеграф* явился первым массовым применением на практике новой науки об электричестве. Более важным в материальном отношении явилось применение силовой энергии в области транспорта—на *железных дорогах и пароходах*; здесь наука играла только вспомогательную роль.

Появление инженеров

И железные дороги, и пароходы явились непосредственным продуктом деятельности новой профессии—инженеров-механиков и оказались возможными благодаря наличию дешевого железа, которое выплавлялось теперь с помощью каменного угля в масштабах, во много раз превышавших прежние. Возникновение нового типа инженера представляло собой новое социальное явление.

Инженер этот был не прямым потомком старого военного инженера, а скорее шел от рабочих-машиностроителей и металлургов эпохи искусных мастеров-ремесленников. Брама (1748—1814), Модсли (1771—1831), Муир (1806—1888), Уитворт (1803—1887) и великий Джордж Стефенсон (1781—1848)—все они были людьми этого типа^{5,78—80}. Практическое применение науки в середине XIX века развивалось настолько быстрее, чем сама наука, что организация этого применения и его дальнейшее расширение стали делом практиков. Эти последние в большинстве своем (только самые выдающиеся из них, подобно Ричарду Тревиттику (1771—1833), Джорджу Стефенсону и И. К. Брюнелю (1806—1859), представляли собой исключение) приступили к решению этой задачи так же, как это делали их предшественники,—путем проб и ошибок, и дополнили революционные новшества, непосредственно исходившие от науки, своими эволюционными техническими усовершенствованиями. Таким образом, поршневая паровая машина, несмотря на почти 200-летний путь усовершенствований, является в принципе той же машиной, которая в 1785 году вышла из мастерских Болтона и Уатта.

Железные дороги и пароход

Первоначально железные дороги были продуктом каменноугольной промышленности. Попытка поставить машину на колеса, чтобы превратить ее в *паровоз*, представлявшая собой новшество величайшего значения, была предпринята также и на шахтах (стр. 325). В 30-х и 40-х годах XIX века в Англии наступила эпоха железных дорог, которые покрыли страну своей сетью; на протяжении всего столетия это новшество распространялось на остальную часть мира, что привело к огромному расширению старого, гражданского машиностроения, продолжившего традиции таких строителей каналов, дорог и мостов XVIII века, как Макадам и Ренни. Традиции эти все еще можно было проследить в работах Роберта Стефенсона и И. К. Брюнеля. Новое увлечение геологией было порождено строительством каналов и железных дорог, которое обнаружило структуру горных пород в выемках и туннелях и в то же время, создав профессию съемщика, обеспечило новый источник притока данных для географической и геологической наук.

Телеграф

Усовершенствования в области транспорта, как результат изобретения железных дорог и парохода, явились стимулом для поисков возможностей быстрой связи. Потребность в быстрой передаче известий, как об этом свидетельствует множество сигнальных вышек, была стара как мир; однако, если не считать магии или телепатии, было очень мало средств для ее осуществления, и исключение представляли лишь сигналы тревоги. Даже потребности войны не породили чего-нибудь более искусного, чем релейный семафорный телеграф. И тем не менее такие средства имелись под рукой уже в течение некоторого времени. Уже в 1737 году электричество применялось для передачи сообщений на расстояние в несколько миль, однако использование статического электричества было и затруднительным и ненадежным. Именно совпадение появления железных дорог с открытием Эрстедом влияния электрических токов на компас дало искомым дешевый и верный метод как раз тогда, когда потребность в нем достигла максимума, и обеспечило успешное изобретение электромагнитного телеграфа.

Фактическим толчком, побудившим ряд изобретателей одновременно взяться за решение этой задачи (например, Морзе, Уитстон и т. д.), послужила не какая-нибудь отвлеченная потребность в общественной связи вообще, а реальная денежная стоимость своевременных известий о ценах на товары или акции и о событиях, которые могли бы оказать на эти цены какое-то влияние. Своевременно полученные известия означали деньги, и электрический телеграф обеспечил способ быстрой их передачи.

Телеграф ближнего действия явился результатом самого непосредственного применения электричества, нуждавшегося лишь в весьма элементарном коде; однако потребность распространения его на более далекие расстояния и обеспечения большей быстроты должна была служить критерием изобретательности физиков вплоть до наших дней и породить большое количество существенных научных сведений и тонких приборов. В частности, работа трансатлантического кабеля, связывающего Уолл-стрит и Сити, была обеспечена только в 1866 году благодаря изобретательности одного из величайших физиков своего времени — Уильяма Томсона лорда Кельвина (1824—1907). Еще большее значение для общего состояния науки имел тот факт, что телеграф породил потребность в опытных электриках, а это в свою очередь вызывало необходимость в создании технических школ и физических факультетов в университетах, что обусловило большинство научных достижений конца XIX века (стр. 342).

К 50-м годам XIX века наука уже приносила дивиденды. Развивалась новая химическая промышленность, основанная главным образом на потребности растущей текстильной промышленности в соде и серной кислоте, а открытие анилиновых красок обеспечило будущее органической химии. Были сделаны первые шаги в направлении использования науки, в частности химии, для усовершенствования сельского хозяйства путем применения искусственных удобрений (стр. 367)^{5.4}.

Биология также начинала находить себе новое применение за пределами традиционной области сельского хозяйства. Химик Пастер (1822—1895) изыскивал способы усовершенствования производства пива и вина и принял свое первое успешное наступление на болезни не человека, а, что было весьма характерным, на заболевание ценного в экономическом отношении шелковичного червя (стр. 363).

Здесь впервые появилась возможность осуществления научного, в отличие от традиционного, контроля над жизненными процессами. Даже медицина начинала идти в ногу со временем и вынуждена была, довольно неохотно, принять от новой химической промышленности такие ее дары, как анестезирующие средства. Фактически из-за экономики нищеты, перенаселенности и политики *laissez-faire* вообще здоровье населения промышленных стран было сейчас, повидимому, хуже, чем в любой другой период их истории. Катастрофические эпидемии восточной холеры, занесенной сюда в связи с новыми возможностями транспорта, не прекращались до тех пор, пока сама интенсивность этих эпидемий и та угроза, которую они несли с собой средней буржуазии, не привели к осознанию необходимости оздоровительных мер и не ограничились до известной степени произвола хозяев трущоб (стр. 365)^{5.77а}.

Организация науки

Возможности как для практики, так и для преподавания науки ни в коей степени не соответствовали той функции, которую она уже выполняла в экономической жизни. Это было особенно справедливо в отношении Англии, где наука находила себе наиболее широкое поле применения^{5.7}. К 1830 году группа молодых английских ученых под руководством Чарлза Бэббеджа (1792—1871) подняла голос протеста прежде всего против неспособности как правительства, так и его представителя в науке — Королевского общества откликаться на новые запросы.

В своей книге (Размышления об упадке науки в Англии)^{5.14} Бэббедж указывал, что Общество на деле превратилось в замкнутую корпорацию чиновников, контролирующую рядовых его членов, большинство которых лишь поверхностно было знакомо с наукой и не являлось хотя бы щедрым ее покровителем. Назревали реформы, однако Королевское общество не спешило и с помощью нехитрого приема ограничения доступа новых членов сумело достичь только через несколько лет после смерти Бэббеджа того состояния, которого он добивался^{4.6}.

Британская ассоциация

Недовольство Бэббеджа было вполне обоснованным, и ему удалось вместе со своими друзьями основать в 1831 году «Британскую ассоциацию содействия прогрессу науки» взамен Королевского общества—ассоциацию, от которой можно было ожидать, что она будет словом и делом выступать в защиту науки. Ассоциация эта была создана по образцу «Собрания немецких естествоиспытателей» («Versammlung deutscher Naturforscher»), основанного в 1822 году в Германии Лоренцом Океном (1779—1851), одним из самых пылких и экзальтированных «натурфилософов» (стр. 361) и столь же стойким либералом, предпочевающим отказываться в 1819 году от кафедры в Иене, чем подчиниться цензуре своего журнала «Изис». Начатое им движение должно было фактически стать предвестником великого научного возрождения Германии в середине XIX века^{5.85}. Британская научная ассоциация была в своем роде столь же успешной. Она быстро превратилась в институт, и хотя никогда не стала столь величественной, как Королевское общество, однако пользовалась гораздо более широкой известностью благодаря обычаю проводить свои собрания в каждом из городов Соединенного Королевства и даже в его колониях. Эти собрания представляли собой поле боя, где происходили все серьезные научные дискуссии того времени; здесь, в частности, имело место обсуждение конфликта между наукой и религией, кульминационным пунктом которого явились такие события, как отповедь Гексли епископу Уильберфорсскому в Оксфорде в 1860 году и бель-фастское обращение Тиндаля в 1874 году, высказавшего предположение, что жизнь могла произойти из неодушевленной материи. Целью Общества была отчасти популяризация науки, отчасти содействие научно-исследовательской работе в интересах нации и финансирование этой работы. Оно, например, взяло на себя продвижение дела изучения сейсмологии, приливов метеорологии, магнетизма, электрических стандартов, геологии и биологии. Фактически оно с помощью частной инициативы делало то, что в других странах являлось заботой правительства. К концу XIX века бремя, взятое на себя Ассоциацией, стало слишком тяжелым и было, наконец, облегчено созданием таких институтов, как Национальная физическая лаборатория. Одним из предпринятых Ассоциацией шагов, которому предстояло иметь величайшие последствия, явилось предложение Юстусу фон Либиху (1803—1873) подготовить доклад об агрохимии. Это задание обратило внимание выдающегося химика на практические проблемы производства продовольствия и явилось отправной точкой для наук почвенной химии и питания (стр. 354, 367).

Такая деятельность отвечала потребности новой промышленной буржуазии взять науку в собственные руки и пробиться в закрытые для нее круги высшего общества и университетов; к этой потребности она вернулась в первые десятилетия XIX века. К середине столетия она добилась значительных успехов в достижении своей цели, и новое значение науки получило официальное признание.

Научные общества

Обычные общества, удовлетворявшие потребностям науки в XVII и XVIII веках, теперь уже не могли справиться с потоком специальных знаний, порождавших новые области науки. Во Франции, Англии, Шотландии, Германии и других странах были основаны химические, геологические, астрономические и другие общества, каждое из которых имело свой собственный журнал; одновременно с этим инженеры начали объединяться и создавать свои институты.

Наука в университетах

Именно в этот период середины XIX века была сломлена оппозиция науке со стороны английских и французских университетов, существовавшая на протяжении свыше 200 лет. В Англии это произошло частично путем создания

новых колледжей, позднее превратившихся—в Лондоне и в промышленных городах—в университеты, частично же путем создания новых факультетов в уже существовавших университетах ^{5.90a}. Если в начале XIX века многие, если не большинство, крупные ученые в Англии вырастали из среды любителей науки или же начинали свою деятельность в качестве учеников или подмастерьев, как это было с Дэви и Фарадеем, к середине этого века тип университетского профессора, уже хорошо известный на континенте, становится характерным типом ученого и в Англии ^{5.42a}. Знаменитая выставка 1851 года явилась символом единства науки, изобретательства и мануфактуры, причем известная доля полученных от нее доходов пошла на основание нового научно-педагогического центра—Королевского научного колледжа в Саут-Кенсингтоне. Во Франции решающий шаг в этом направлении был сделан значительно раньше, когда были учреждены Политехническая и Высшая нормальная школы (стр. 288).

Руководящую роль во внедрении науки в повседневную жизнь университетов взяла на себя в первую очередь Германия. Действительно, университеты Германии начали реорганизовываться еще в эпоху просвещения, в XVIII веке. Во главе этого движения встал Геттингенский университет, основанный в 1736 году Георгом II в своих ганноверских владениях. Начиная с 30-х годов XIX века университеты различных германских государств соперничали друг с другом в создании научных кафедр, а также, хотя и медленнее,—и учебных лабораторий, прототипом для которых служила лаборатория Либиха в Гессене. Германия поздно присоединилась к научному движению; ее правящий класс отличался большей дисциплиной и меньшей самостоятельностью, чем это имело место во Франции и Англии. Однако он был в состоянии компенсировать в форме организации то, чего ему не хватало в смысле индивидуальной инициативы. К середине XIX века и во все возрастающей степени позднее Германия начала готовить опытных ученых, а также учебники и аппаратуру для удовлетворения потребностей, далеко выходявших за пределы ее границ.

Результатом всех этих изменений явился огромный рост масштабов и престижа научной работы. Работа эта постепенно приобретала все более официальную организацию, и занятие ею превратилось в профессию, подобную более старым профессиям юриста и медика. В ходе такого процесса, однако, эта профессия в значительной степени потеряла свою прежнюю независимость, свой статус любительства. Не столько наука преобразовывала университеты, сколько университеты преобразовывали науку. Ученый все меньше представлял собой борца против традиционного авторитета и мечтателя и все больше превращался в «мужа науки», передававшего великую традицию. В частности, ученые Германии, которые сначала присоединились к либеральному движению, стали после поражения 1848 года наиболее стойкими сторонниками официальной государственной машины ^{5.3}.

Наука средней буржуазии и народа

В течение многих лет науке предстояло оставаться монополией избранной части средней буржуазии, известной в Европе как либеральная интеллигенция, и она неизбежно продолжала носить ограниченный и окрашенный мировоззрением этого класса характер. В середине XIX века его представители не считали выгодность чем-то зазорным. Они были заинтересованы в поддержке мощного развития промышленности своего времени. Они твердо верили в неизбежность прогресса, однако отказывались от всякой ответственности за какие-либо неприятные и опасные его последствия. Тем не менее, хотя они и имели успехи в смысле роста богатства и власти, их относительный политический и экономический статус упал. Могущество промышленности и финансов росло гораздо быстрее, чем наука. В то время как в XVIII веке ведущие ученые были вхожи в дома промышленных тузов и могли жениться на их дочерях, в XIX веке лишь сравнительно немногие из них были в состоянии, или серьезно желали, достичь богатства и власти.

В самом деле, при всем прогрессе и распространении науки в XIX веке ей удавалось только случайно проникать за пределы круга средней буржуазии—либо подниматься в сферу высших слоев общества, либо опускаться в гущу народных масс. Усилия графа Румфорда в конце XVIII века, имевшие целью учреждение института для подготовки механиков, вылились через несколько лет в основание Королевского института для научного развлечения аристократии и дворянства и только случайно—также и в создание великолепной научно-исследовательской лаборатории. Другие институты, созданные для подготовки механиков, в частности институт, основанный в 1823 году в Лондонском Сити, из которого предстояло вырасти Биркбек-колледжу (стр. 556, 610), имели большие успехи в достижении своей цели. Однако эти институты и лекции таких выдающихся ученых, как Томас Генри Гексли, читавшиеся для усовершенствования знаний представителей «низшего сословия», затрагивали только незначительную часть нового класса трудящихся, вызванного к жизни промышленной революцией. Что касается технического образования, то его в Англии, этой родине механизированной промышленности, вплоть до XX века почти не существовало^{5,3}. Те, кто не прибегал или не мог прибегнуть к «самодеятельности», как к способу проникновения в ряды средней буржуазии, были склонны вообще смотреть на науку и технические новшества как на средство снижения заработной платы и создания безработицы.

Мечта о том, что новые силы науки дадут рабочему классу возможность избавиться от угнетавшей его системы капитализма, наметившаяся в самых первых экспериментах в этой области, проведенных Робертом Оуэном, была впервые отчетливо сформулирована Марксом в «Манифесте Коммунистической партии», а позднее разработана им в «Капитале». Однако все значение этого учения должно было проявиться только в следующем столетии (стр. 619 и далее).

8.6. УСПЕХИ НАУКИ В XIX ВЕКЕ

Прогресс науки в середине XIX столетия охватил столь широкий фронт, что на протяжении нескольких страниц можно осветить лишь главные ее достижения. Физика, химия и биология—все эти науки развивались и разветвлялись на отдельные отрасли. Проводилась огромная исследовательская работа во всех областях естествознания и техники—такая, о которой мечтал, но которой не мог вести Бэкон. Работа эта осуществлялась людьми, уже овладевшими искусством наблюдения, эксперимента и вычисления, завещанным человечеству XVII и XVIII столетиями. Все ранее развившиеся отрасли знания продолжали углублять свои исследования и находить новое применение в практике.

Триумф химии

Химию справедливо можно назвать наукой XIX столетия. Это положение объясняется в основном тем, что именно она была той наукой, которая сыграла столь важную вспомогательную роль в текстильной промышленности—промышленности, которой принадлежало ведущее место на протяжении всего столетия. Как будет сказано ниже (стр. 344 и далее), химия выросла на прочной основе революционного утверждения атомистической теории и быстро оказалась способной заниматься всеми видами веществ. Здесь важно отметить, что с течением времени химия стала окрашивать, как в буквальном, так и в переносном смысле, всю продукцию промышленности. Новые дешевые синтетические материалы—примеси, духи, краски, получаемые в большей своей части из каменноугольной смолы,—заменили соответствующие естественные продукты, которые были слишком дорогими и редкими, чтобы удовлетворить спрос новых рынков. Именно в этот переходный период центр исследовательской работы в области химии переместился из места ее зарождения в XVIII веке—Англии через Францию, где она была кодифицирована и расширена, в Германию, являвшуюся первой страной, осуществившей на практике все многообразие воз-

возможности применения химии. Роковые последствия этого перехода должны были проявиться в следующем столетии.

Сохранение энергии

На фоне этого действенного прогресса науки, старой и новой, два крупных теоретических обобщения выступают как главный вклад XIX века в науку. Одним из них, в области физики, была теория *сохранения энергии*; другим, в области биологии,—теория *эволюции*. Первая, как мы увидим (стр. 328), является плодом осознания целой плеядой ученых, от Карно до Гельмгольца, всей важности взаимопревращаемости различных форм энергии как космического закона. В действительности идея эта возникла как результат изучения превращения энергии угля в силу, что нашло свое практическое воплощение в паровой машине еще на заре промышленной революции. Постепенно эта мысль принимала все более отчетливо выраженную математическую форму и выросла в науку—*термодинамику*, первый закон которой—закон сохранения энергии—связан со вторым ее законом, определяющим ограниченность запасов энергии в природе. Характерно для того времени, что второй закон был открыт Сади Карно еще в 1824 году, ибо именно этот, а не первый закон определяет количество работы, которая может быть получена машиной данного типа из каждой тонны угля. Этот *коэффициент полезного действия* машин редко превышал в то время пять процентов^{5.3}.

Первый закон термодинамики устанавливает принцип унификации, показывая, что силы природы, которые прежде считались изолированными,—материальное движение, звук, теплота, свет, электричество и магнетизм—могли быть выражены в одних и тех же единицах—в единицах *энергии*, количество которой во вселенной никогда не увеличивается и не уменьшается. Формулировка этого закона вызывает в памяти давнишний фрагмент Гераклита (стр. 102) о таких изменениях: «Все обменивается на огонь, и огонь—на все, подобно тому как на золото—товары и товары—на золото»—и, безусловно, представляет собой физическое выражение принципа свободной торговли, установленного на практике именно в это время. Закон сохранения энергии явился великолепным расширением закона Ньютона о сохранении движения, но, как и этот последний, не содержал в себе концепции прогрессивных изменений. Из второго закона, безусловно, вытекала необходимость каких-то изменений, однако скорее в форме дегенерации, чем прогресса, ибо закон этот гласит, что в любой замкнутой системе теплота и холод должны в конце концов объединиться в некоторую единообразную тепловатость, из которой уже не может быть получено никакой энергии (стр. 329).

Эволюция

Такая концепция плохо согласовалась с прогрессивной и оптимистической позицией буржуазии XIX века, которая нашла близкое себе по духу научное обоснование в теории *эволюции*. Мысль о том, что земля имела долгую историю, была не новой. В самом деле, как мы увидим ниже (стр. 358 и далее), эта мысль начала оформляться еще в XVIII веке, и официальное признание ее задерживалось только клерикальными предрассудками реакционеров XIX века. Вместе с этой идеей пришло как осознание того факта, что животные и растения некогда значительно отличались от своих современных форм, так и естественное предположение, что они могли произойти от каких-то более ранних своих форм. Доказательства, постепенно накапливавшиеся на протяжении всего XIX века и имевшие своим источником опыт строительства каналов и железных дорог, с трудом допускали какое-либо иное объяснение. В то же время более широкое знание распространения и классификации современных животных и растений приводило к тому, что идея какого-то специального сотворения начинала казаться все более и более произвольной. Тем не менее потребовались долгие годы терпеливой и незаметной работы, проводившейся многими поколениями гео-

логов и биологов, прежде чем им удалось заставить человечество прислушаться к этой мысли и принять идею органической эволюции с ее весьма неприятным для самолюбия выводом, что человек произошел от животных. Потребовались вся интуиция, мастерство и научный авторитет Чарлза Дарвина, чтобы обеспечить такой радикально новой идее, какую он высказал в своем труде «Происхождение видов», возможность быть выслушанной даже в 1859 году.

С самого момента выдвижения теории эволюции она стала центром научной, идеологической и политической борьбы. Дарвин, почти невольно, пробил столь же обширную брешь в учении Платона об идеальных формах в одушевленном мире, какую пробил Галилей в мире неодушевленных тел. При этом Дарвин сделал больше, чем простое утверждение факта эволюции: он дал также оружие—*естественный отбор*, которое уничтожило последнее обоснование для аристотелевской категории конечных причин. Неудивительно, что теологи, придерживавшиеся идеи конечности мира, отвергли эту теорию. Еще более поразительной была идея, что сам человек—эта единственная в своем роде цель творения—был не больше, чем замечательно удачной обезьяной. Это выглядело как ниспровержение не только религиозной доктрины, но и всех вечных ценностей рациональной философии. Впрочем, и то и другое легко оправились от нанесенного им удара (стр. 371).

В то время, однако, теория эволюции находилась в центре борьбы между прогрессом и реакцией, ибо учение это нашло как своих сторонников, так и противников. Оно явилось оружием в руках материалистически настроенных промышленников в борьбе против сентиментальных тори, с одной стороны, и идеалистических социалистов—с другой. Своей доктриной естественного отбора, согласно которой *выжидали только сильные*, оно, казалось, давало научное обоснование и благословение проявлению ничем не связанной конкуренции и оправдывало богатство преуспевающих. По мере того как взгляды Дарвина продолжали завоевывать себе почву и находить поддержку нового поколения ученых, сама наука снова начала принимать радикальный тон, хотя пока она и была еще далека от того, чтобы стать социалистической.

Господствующая школа мышления, следуя за Джоном Стюартом Миллем, Огюстом Контом (1798—1857) и Гербертом Спенсером (1860—1903), стремилась с помощью логики и науки оправдать свободу частного предпринимательства и прославить XIX век как эру, когда человек нашел наконец правильный путь (стр. 565). Эра эта еще не была совершенной: все еще существовали некоторые пороки прошлого, которые следовало смести; и прогресс должен был продолжаться; однако этот прогресс рассматривался как прямое расширение настоящего—больше машин, больше изобретений, больше накопленных богатств, даже больше удобств, честно заработанных смиренными бедняками, следующими евангелию «самопомощи». Самуэль Смайлс (1812—1904), отштамповавший это изречение в своих сериях биографий творцов современной промышленности, показал чутье, далеко превосходившее интуицию своих современников. Хотя и связанный с доктриной голого индивидуализма, он к концу жизни понял, что необходимо было нечто большее, чем «самопомощь», и стал пионером технического просвещения для рабочих^{5.80}.

Рост социализма

Что думали о благах прогресса бедняки, показали чартистское и другие революционные движения середины века и в конце этой фазы—мятежная Парижская Коммуна 1871 года, последовавшая за бедствиями войны и осады. Их философ Карл Маркс, подробнее о котором будет сказано в своем месте (стр. 557 и далее), был совершенно неизвестен имущим слоям интеллигенции. Тем не менее наиболее честные из их представителей не могли не видеть и не чувствовать, что кое-что в самом сердце благополучия XIX века было глубоко несправедливым. Артисты, поэты и писатели, потрясенные всем, что видели, выражали свой протест против кошмаров новых промышленных городов, про-

тив всеобщей деградации красоты, против вульгарного выставления напоказ богатства. Выступая против этого, интеллигенция прежде всего попыталась возвратиться к идеализированному «средневековью». Кебль (1792—1866) и Оксфордское движение, Рескин (1819—1900) и прерафаэлиты знаменовали собой первые ростки, которые должны были стать к концу века составной частью полнокровного социализма Уильяма Морриса (стр. 573).

Наука и культура

Отвергая индустриализм, литературное и художественное течение отвергали в значительной степени также и науку, которая, как небезосновательно чувствовала интеллигенция, отождествила себя с машинным производством и всем тем, что ему сопутствовало^{5, 24}. Именно начиная с этого периода середины XIX века раскол между представителями гуманитарных профессий и учеными, столь характерный для нашего времени, впервые становится серьезным. Он послужил непосредственной помехой для сотрудничества, без которого никакая конструктивная критика экономической и социальной системы была немислима. Гуманитарщики не допускали возможности существования представлений, не поддающихся чувственному восприятию; восприятия же ученых были притуплены совершенно сознательным отходом от всего, что не входило в сферу их собственной, к тому времени высокоспециализированной деятельности, будь то искусство, красота или социальная справедливость^{1, 2, 146}.

8.7. КОНЕЦ XIX ВЕКА (1870—1895)

Уже к концу 60-х годов первая, простая и оптимистическая фаза развития раннего капитализма начинала приходить к концу. Глубокий кризис, начавшийся в 70-х годах XIX века, ознаменовал переход от эпохи фритредерского капитализма, с Англией в качестве промышленной мастерской мира, к новому, имевшему более широкий базис финансовому капиталу, когда Франция, Германия и Соединенные Штаты выдвинулись на передний план благодаря протектированным рынкам. Мощные производительные силы, высвобожденные промышленной революцией, начали к этому времени ставить перед владельцами предприятий проблему неизменно возрастающих излишков продукции. В условиях капитализма излишки эти не могли быть возвращены тому, кто их произвел, то есть рабочим. Когда такие излишки накапливались внутри страны, это вело к еще большему перепроизводству и к лихорадочным поискам во всем мире новых рынков сбыта, которые скоро оказывались заполненными. Результатом такого положения явились колониальная экспансия, мелкие войны и подготовка к войнам больших масштабов, которые должны были произойти в следующем веке.

Ввиду переходного характера этого периода трудно определить его границы, особенно в области науки. Несомненно, это легче сделать сейчас, ретроспективно, чем в то время, ибо изменения происходили постепенно, без какого-либо заметного нарушения преемственности. Тем, кто жил в этот период, казалось, что развитие науки происходит все нарастающими темпами. И все же в умах людей начало возникать сомнение в том, действительно ли практическое использование науки ведет в царство безграничного и благотельного процесса. Оглядываясь назад, мы видим последние годы XIX века как период, представляющий собой одновременно и конец и начало, спокойное развертывание великого научного движения ньютоновского периода и подготовку к более бурным научным и политическим революциям XX века.

В промышленности этот период также являлся переходным. В то время как старые ее отрасли продолжали развиваться—медленнее в Англии, быстрее в Германии и Соединенных Штатах,—характер промышленности начал уже изменяться. Соперничество между небольшими акционерными предприятиями вело к созданию крупных акционерных компаний, которые вскоре должны были превратиться в гигантские монополии XX века. Этот переход особенно отчет-

ливо проявился в металлургической и машиностроительной промышленности, где в результате деятельности целого ряда практически настроенных людей наука снова начинала занимать прочное место, а еще более отчетливо это проявилось в новой химической и электрической промышленности, которые были целиком обязаны своим происхождением науке. С их развитием впервые появляются такие люди, как Кельвин, Эдисон, Сименс и Бруннер. Это уже не дельцы, превратившиеся в ученых, а ученые, превратившиеся в дельцов⁵⁻³.

Мы также впервые видим массовое применение науки в целях войны: появляются подводные лодки, торпеды, бризантные взрывчатые вещества и крупнокалиберные орудия, знаменующие начало механизации военного дела. Важнейшими характерными событиями XIX века в промышленности явились создание дешевой стали и начало использования электрической энергии. Этот период ознаменовался также применением двигателя внутреннего сгорания, который должен был революционизировать транспорт следующего столетия. Не менее важными по своему конечному значению были первые успехи научной медицины в снижении нормы заболеваний инфекционными болезнями и в создании средств, позволяющих человеку осваивать тропические районы.

Век стали

Первый шаг в использовании науки с целью преобразования традиционной железоделательной промышленности был сделан Бессемером (1813—1898); сам он был промышленником, обладавшим большой склонностью к науке и стоявшим совершенно в стороне от металлургии. Его конвертер, введенный еще в 1854 году, показал возможность массового производства дешевой стали; однако применение бессемеровского способа все еще ограничивалось тем обстоятельством, что этот способ требовал руды с высоким содержанием металла. Только в 1879 году, когда Гильхрист Томас ввел конвертер с основной футеровкой, стало возможным применять для производства стали также и бедные металлом руды, после чего производство сразу резко возросло (стр. 334)⁵⁻⁸⁷.

Однако большее значение для истории имело то обстоятельство, что это открытие повлекло за собой перемещение центра тяжести крупной промышленности. С созданием пламенной печи с основной футеровкой крупные залежи фосфатной руды Лотарингии могли быть использованы для производства стали. В 1870 году эти месторождения были объединены с каменноугольными районами Рура в результате успехов—в войне против Франции—только что индустриализованного прусского государства.

Подъем германской промышленности

С этого момента в Европе появляется центр производства стали, который вскоре должен был догнать и превзойти английское производство; на этой стали базировалась новая промышленность, лучше организованная и теснее связанная с государством, чем английская. Однако Англия, с ее разнообразными и конкурирующими между собой отраслями промышленности, попрежнему занимала ведущее, хотя уже и меньшее место на мировых рынках, обусловленное, в частности, ее влиянием во всех неразвитых в промышленном отношении частях мира.

Соперничество было неизбежным и должно было явиться основной причиной войн следующего столетия. На первых этапах оно выразилось, главным образом в связи с наличием дешевой стали, в такой форме экспорта капитала, как вывоз рельс, паровозов, сельскохозяйственного и горнопромышленного оборудования для вновь открываемых земель. К этому следует добавить все расширявшуюся продажу тканей, безделушек, стрелкового оружия и металлических изделий, на которой был основан колониализм середины XIX века. Все, что оставалось от этой стали и, в частности, от вновь открытой легированной стали, шло на строительство военных судов и крупнокалиберных пушек (стр. 384 и далее).

Электротехническая промышленность

Электричество, как мы уже видели, играло жизненно важную роль в той революции, которая произошла в середине XIX века в средствах сообщения. Получение электричества с помощью механической силы и использование его для силовых установок сделались вполне осуществимыми (стр. 341) после открытия Фарадеем электромагнитной индукции и демонстрации им в 1831 году электрического динамомотора. То обстоятельство, что в течение пятидесяти лет это открытие не находило себе практического применения, объясняется, как это будет показано ниже, причинами не технического, а экономического порядка ^{5.3}. В середине XIX века промышленность использовала сравнительно крупные концентрированные силовые установки—стационарные паровые машины на заводах, паровозы или судовые паровые двигатели—для тяги. Единственным способом передачи энергии на большие расстояния служили перевозки угля. Более поздняя механизация мелких отраслей промышленности должна была потребовать создания силовых установок меньших размеров, чем те, которые могли с удобством обслуживаться паром. Решение этой проблемы впервые было найдено в газовом двигателе, первом рабочем двигателе внутреннего сгорания и предтече нефтяных и бензиновых двигателей, которые должны были революционизировать транспорт в XX веке.

Значительно более гибким средством для удовлетворения потребности промышленности в небольших стационарных силовых установках оказался электромотор. Вся его ценность зависела, однако, от наличия широко разветвленной сети снабжения электроэнергией, а это могло быть осуществлено только при условии более широкой потребности в данном виде энергии, чем спрос одной только промышленности. Источником такого спроса должна была явиться эволюция коммунального хозяйства. С течением времени создавалась разветвленная сеть водо- и газоснабжения, а позднее также телеграфных и телефонных линий. Новый шаг в направлении усовершенствований подобного рода был сделан предприимчивым телеграфным клерком Томасом Альва Эдисоном (1847—1931), который обогнал всех других соперников и изобрел электрический свет (стр. 343).

С того момента как электричество стало вырабатываться и распределяться для целей освещения, оно могло *использоваться* также и как источник энергии; таким образом, промышленность и транспорт получили новый универсальный и дешевый способ распределения энергии, хотя полное его использование было осуществлено в XX веке. Результатом всех этих усовершенствований явилось создание тяжелой электропромышленности, которая в отличие от более старых отраслей промышленности с самого своего зарождения приняла монополистический и научный характер. Она была тесно связана с другими растущими монополиями в области тяжелого машиностроения, а также с телеграфными и телефонными монополиями. Для науки она имела первостепенное значение также и потому, что обусловила создание исследовательских лабораторий в области производства. Менло-парк Эдисона, вначале представлявший собой просто сарай для испытания изобретений, показал всю необходимость постоянных экспериментов, тесно связанных с производством ^{5.72}.

Научная медицина

В то время как под влиянием всех этих успехов постепенно преобразовывалось подпадающее воздействию человека его материальное окружение, начал определяться и прогресс научной медицины, что имело еще более важное значение. Причиной такого запоздания в развитии научной медицины является тот факт, что строение живых организмов было неизмеримо более сложным, чем самая сложная механическая или химическая система и поэтому, прежде чем начинать успешное наступление на них, необходимо было разобраться в их структуре.

С самого зарождения цивилизации медицина существовала как некая тайна и профессия, но, несмотря на все успехи в познании анатомии и физиологии в древние и современные времена, врач мог сделать немногим больше, чем облегчить страдания и тревогу пациента и более или менее точно предсказать ход его болезни. Поскольку с большинством болезней люди справляются сами, хлопоты врача обычно оказываются вознагражденными. Устрашающая масса лекарств в аптеке была составлена частично из лекарственных трав древней медицины, основывавшейся на сочетании народной медицины и магии, частично из более сильнодействующих металлических лекарств, введенных Парацельсом в эпоху Возрождения (стр. 218). Почти все они были бесполезными.

То там, то здесь, например при применении хинина для лечения малярии и прививок против оспы, удавалось, только чисто случайно, напасть на кое-какие специфические предупредительные средства, однако из-за недостатка соответствующего опыта или теоретических знаний свести их к общим законам было невозможно. Как будет сказано ниже, открытия, первоначально вытекавшие из применения химии к старым, связанным с биологией, ремеслам пивоварения и виноделия, привели к зачаткам понимания того, что смертельные болезни, подобные сибирской язве, бешенству, холере и чуме, были результатом вторжения в тело живых организмов извне. Одновременно они показывали и путь для борьбы с их помощью против инфекции и, что еще лучше, для предупреждения возможности заражения ими (стр. 364 и далее).

С этого момента, по крайней мере в принципе, путь к победе над болезнями был открыт. На своих первоначальных этапах он показал, что с помощью применения науки человек сам мог преодолеть то, что до этого всегда казалось слепым недоброжелательством судьбы или неисповедимого провидения, над которым он не имел власти. Уже одним этим наука оправдала свое существование. Тем не менее самый прогресс новой медицинской науки еще резче обнажил условия социальной нищеты как в промышленных, так и колониальных странах, лежавшие в основе цивилизации и поддерживавшие ее—цивилизации, которая внешне казалась столь богатой и могущественной. Коренные причины болезней скрывались не в самих бактериях, а в тех условиях, которые позволяли им размножаться и распространяться, и никакая прививка или сыворотка не могли справиться с этим злом, которое было внутренне присущим самой экономической системе.

Погоня за колониями

К концу XIX века население индустриализованной Европы, сконцентрированное главным образом вокруг каменноугольных бассейнов, расположенных вокруг Северного моря, настолько увеличилось, что оно было уже больше не в состоянии непосредственно само себя содержать. Оказалось необходимым ввозить во все возрастающих количествах продовольствие и сырье из Восточной Европы, в частности из России, а также из Америки. Именно эта потребность привела к быстрому преобразованию сельскохозяйственных методов, а также методов сохранения и перевозки продовольствия. Механизация сельского хозяйства, хотя она обычно и не увеличивала производительность труда на акр земли, заставила, однако, неизмеримо поднять производительность труда на одного человека. Это было особенно справедливо для стран с благоприятным рельефом поверхности и небольшим населением, а следовательно, относилось больше к Америке, чем к более старым, все еще остававшимся феодальными аграрным культурам Восточной Европы и Азии.

Введение сельскохозяйственных машин и близко связанного с этим железнодорожного и водного парового транспорта радикально изменило соотношение между человеком и потребляемым им продовольствием. До этого, даже после усовершенствований XVIII века, от 80 до 95 процентов произведенного продовольствия потреблялось на месте; городские рабочие и бездельничающие богачи, всегда составлявшие небольшое меньшинство, могли располагать

только остающимися 5—20 процентами. Страны, существовавшие благодаря торговле, подобно Голландии XVII века, или мануфактуре, вроде Англии XIX века, могли прокормить огромное городское население, только прибегая к помощи небольших индивидуальных сельскохозяйственных излишков миллионов крестьян во всех странах мира. Хотя вначале это относилось к зерновым продуктам, принцип концентрации продовольствия в городах мог быть распространен также на мясо и рыбу только путем создания холодильной и консервной промышленности, требовавшей огромной исследовательской и изобретательской работы в области физики, химии и биологии.

Методы применения машин, использовавшиеся большей частью на целинных землях, имели много общего с широко распространенными в тот период изысканиями в области разработки недр. Однако, охватывая большие территории, они влекли за собой более разрушительные последствия. Истощение земли лишь частично компенсировалось применением искусственных удобрений и открывало путь для опустошительной эрозии почв, наступившей в следующем столетии.

Открытие западных и восточных земель сначала для сельскохозяйственной, а затем и промышленной эксплуатации, что обуславливалось главным образом использованием стали для нужд сельскохозяйственного машиностроения и транспорта, дало финансовому капиталу наиболее выгодное приложение. Судьба инвестиций в этих двух районах должна была оказаться совершенно различной. Северная Америка, которая с самого своего основания была колонией буржуазии, уже до гражданской войны порождала своих местных капиталистов, богатевших на прежде нетронутых ресурсах континента и труде десятков миллионов бедных эмигрантов из Европы. Дюпони, Асторы, Рокфеллеры и Моргань скоро должны были превзойти своих европейских предтеч в богатстве и могуществе и превратить Соединенные Штаты в цитадель капитализма.

С другой стороны, самодержавие и остатки феодализма в России в сочетании с интенсивной эксплуатацией со стороны английских, французских и немецких капиталистов на некоторое время задержали развитие страны, но, когда все они были сметены огнем Октябрьской революции, путь для развития первого в мире социалистического государства был открыт.

На Востоке оставались Индия для прямой и Китай для косвенной эксплуатации; и лишь одно государство—Япония—могло показать пример цивилизующего влияния туземного капитализма, создававшего все внешние признаки новой «западной» культуры, включая и науку, хотя и использовавшего их для построения на феодальной базе ничем не сдерживаемого, хищного, милитаризованного государства.

8.8. НАУКА В КОНЦЕ XIX ВЕКА

В столь короткий и столь насыщенный практическими достижениями период, каким был конец XIX века, нельзя было ожидать большого теоретического прогресса. В области физических наук период этот был по преимуществу переходным, когда осваивались огромные достижения начала XIX века и в то же время предпринимались исследования нового рода, которые должны были привести к бурному прогрессу XX столетия. В области биологии, с другой стороны, были проложены новые пути в изучении микробов и в подходе к физико-химическому пониманию физиологии.

Электромагнитная теория света

Важнейшим достижением этого периода в области физики явилось выдвижение Максвеллом *электромагнитной теории света*. Тем самым были обобщены в одной всеобъемлющей теории и получили простую математическую формулу результаты опытов и теоретических построений двух поколений физиков в различных областях этой науки—электричестве, магнетизме и оптике. Хотя такое

обобщение само по себе и представляло победу математической физики, все же оно нуждалось для своего подтверждения в установлении точных единиц для измерения электричества—задача, которая была поставлена возникновением электротехнической промышленности. В свою очередь уравнения Максвелла должны были составить теоретическую базу будущего электромашиностроения, представлявшего собой сложную взаимозависимость теории и практики.

Электромагнитная теория света явилась венцом достижений, в котором осуществлялась мечта Фарадея о доказательстве взаимозависимости всех сил природы, и вместе с законами термодинамики, как казалось, утверждала некую конечность физики—идея, которая должна была быть решительно развенчана в XX столетии. Однако эта теория должна была вместе с тем явиться и началом новых достижений, ибо ее центральная концепция—теоретическая необходимость существования электромагнитных волн—должна была привести к доказательству их истинности Герцем, который пришел к этому экспериментальным путем в 1888 году, а отсюда и к их практическому использованию в беспроводном телеграфе и во всем, что явилось результатом этого открытия.

Периодическая таблица элементов

В области химии этот период ознаменовался одним важнейшим обобщением—созданием *периодической таблицы* Менделеева (стр. 405). Таблица эта, составленная в 1869 году, как казалось в то время, устанавливала пределы существования существенно различных видов материи; фактически, однако, она была полностью интерпретирована новой концепцией строения материи, согласно которой она состоит не из неизменных атомов, а из сравнительно непостоянных соединений небольшого числа элементарных частиц, которые сами подвержены изменениям и преобразованиям. Менделеев был Коперником атомистической системы; ее Галилею и Ньютоном еще предстояло появиться.

В органической химии с того момента, как были преодолены все недоуменные вопросы, вытекавшие из отказа признать атомную теорию, наблюдался великолепный, систематический прогресс в интерпретации структур естественных веществ и даже еще более значительный сознательный синтез новых веществ. К концу столетия исследовательская работа в области химии полностью вошла, как существенная составная часть, в новую химическую промышленность, победа которой в создании синтетических красок распространилась, теперь на синтетические лекарства. Число химиков настолько умножилось, что они составляли, пожалуй, свыше половины научных работников.

Научно-исследовательские лаборатории

Более широкое использование науки и ученых вызвало потребность в расширении подготовки научных кадров и в дальнейшей организации науки. Единственным организационным новшеством явилось возникновение промышленной исследовательской лаборатории, которая почти незаметно выросла из мастерской или частной испытательской лаборатории изобретателя, превратившегося в дельца, подобно Сименсу или Эдисону. Однако одновременно росли также и университетские лаборатории благодаря именно тому факту, что новые возможности применения науки означали новые возможности заработка и привлекали к себе все больше и больше студентов. Таким образом, несмотря на все уверения в бескорыстии, академическая наука этого периода в конечном счете зависела от успехов науки в промышленности. Тем не менее науке была в большинстве случаев предоставлена возможность пользоваться значительной свободой при условии уважения ею традиционных границ в области политики и религии.

Господство немецкой науки

Наиболее широко научная работа была развернута в Германии, которая к концу века выражала все усиливавшуюся тенденцию занять господствующее

положение в научном мире, опиравшуюся на наличие в этой стране большого числа университетов, вновь созданных *высших технических школ* и бесчисленного множества *газет и справочников*. Англия и Франция, полагаясь на свои собственные давние традиции, сопротивлялись этой тенденции, но немецкий язык стал преобладающим международным языком в науке, и немецкие профессора установили своего рода научную империю, охватывавшую всю Северную, Центральную и Восточную Европу и оказывавшую серьезное влияние на науку России, Соединенных Штатов Америки и Японии. Немецкий профессор становится образцом для ученых всего мира. Подобно большинству представителей немецкой интеллигенции, он мирился с союзом военного феодализма и крупного капитала, правившего в этом недавно индустриализированном и растущем государстве. Такие верноподданнические чувства должны были дать направление следующему этапу в развитии науки, которая стала использоваться государством в военных целях.

Большой кризис

Конец XIX века, как и его начало, ознаменовался реакцией в области философии, стремившейся строго ограничить поле деятельности и значение науки. Однако в то время как реакция ранних лет была направлена на противодействие влиянию французской революции, позднейшая реакция была продиктована тревожным осознанием неизбежности грядущей социалистической революции. Несмотря на огромные новые богатства, производившиеся промышленностью, деятельность которой принимала все более научный характер, создавалось впечатление, что напряжение в общественной жизни скорее усиливалось, чем уменьшалось; в рядах культурной интеллигенции, несомненно, наблюдалось чувство опустошенности и обреченности, своего рода чувство *fin de siècle*, только слишком хорошо обоснованное. Марксистский социализм, особенно в Европе, казалось, предлагал промышленным рабочим многообещающую альтернативу. Поэтому именно здесь развитие философии было наиболее непосредственно затронуто всеми этими проблемами, однако и Англия и Америка при всем их традиционном безразличии к философии не оставались в стороне от их влияния.

Наблюдался поворот назад от туманного и оптимистичного материализма середины века к неопозитивизму Маха (1838—1916) и Оствальда (1853—1932), которые под предлогом очистки науки от ненужных умственных построений устранили материю и заменили ее комплексами ощущений или удобных фикций. Это и другие подобные философские течения, такие, как «*élan vital*» Бергсона (1859—1941) и прагматизм Уильяма Джемса (1842—1910), были направлены на то, чтобы удалить из науки революционное жало, высмеять всякую мысль о том, что наука могла бы быть использована для достижения каких-либо серьезных улучшений в судьбе человека, и сделать ее приемлемой для официальной религии и государства (стр. 569 и далее).

Эти философские течения, несомненно, были только симптомами поглощения науки машиной капитализма, как следствие растущей ее технической необходимости. Поворот ученых в сторону чистой науки и отход их от социальной ответственности был облегчен усилением притока пожертвований, позволявших большую специализацию, а также тонко продуманным распределением почестей и покровительства. Самый рост числа ученых также усиливал эту тенденцию приспособиться к обстановке и уклониться от ответственности. К концу века независимые ученые составляли незначительное меньшинство. Большинство получало свое жалование от университетов или правительства и более чем когда-либо усвоило образ мыслей правящего класса.

Трудно сказать, насколько эти приспособленческие тенденции задержали развитие науки, так как в современной истории огромный рост масштабов самой науки перевесил их влияние. Однако тот факт, что такое тормозящее влияние действительно имело место, повидимому, подтверждается всеми подробны-

ми исследованиями прогресса определенных научных отраслей^{5.3}. Дело заключалось не столько в том, что некоторые явления были оставлены без внимания, и не в том, что когда они наблюдались, то из них не делалось выводов, казавшихся очевидными, хотя это, безусловно, случалось не раз и не два; скорее дело было в том, что в социальной системе конца XIX века не было подлинного чувства направления или идеи о взаимозависимости различных областей деятельности. Если бы такое направление имелось, то многие из тех великих открытий, которые должны были быть сделаны в конце XIX века, могли бы произойти на два, если не больше, десятка лет раньше. Усилий, растрченных на бесплодное рафинирование старых теорий, было более чем достаточно для создания новых теорий. Можно сказать, что подобная идея была чуждой науке того времени,—некоторые говорят, что так это обстоит и сейчас,—однако не может быть сомнения в том, что всесторонний и организованный научный порыв великих периодов, таких, как середина XVII и конец XVIII веков и даже середина XIX века, повидимому, исчез. И только в беспокойный период XX века он снова должен был проявиться со всей силой.

На этом заканчивается описание общего развития науки в XVIII и XIX веках. Общая оценка достижений этой великой эпохи переносится на конец главы 9, после более детального рассмотрения успехов отдельных отраслей науки.

Глава 9

РАЗВИТИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЕЙ НАУКИ В XVIII И XIX ВЕКАХ

ВВЕДЕНИЕ

Взаимоотношения науки и общества к началу XVIII века стали такими, что их нельзя больше излагать просто в хронологической последовательности. Такое изложение было необходимо в начале книги, ибо в противном случае история отдельных отраслей науки превратилась бы в простую хронику событий; однако сама по себе она скрывает внутреннюю связь отдельных наук, проходящую непрерывно через весь период. В каждой отрасли науки параллельное развитие понимания и овладения зависит как от внутренних, так и внешних факторов. Решающими факторами внутреннего порядка являются непреложные факты природы—структура материи, а также этапы и характерные черты ее эволюции. Решающие факторы внешнего порядка—это технические, социальные и экономические возможности и движения, связанные с общей историей. Последние, хотя они, быть может и не определяют, что именно будет еще открыто, играют, однако, решающую роль в установлении того, когда и как эти новые факты будут включены в накопленные традиции науки. Чтобы до конца понять, как это происходит, необходимо детально проследить историю науки, основываясь на более широком знании предмета и лучших критических способностях, чем те, к которыми обычно подходили к этой задаче. Я не могу претендовать, что поступаю здесь именно так, но просто попытаюсь показать некоторые из принципов подобного взаимодействия, рассмотрев в общих чертах отдельные области науки и техники, которые в своей совокупности дают картину достижений XVIII и XIX веков.

Области, которые я для этого выбрал, следующие: теплота и энергия (9.1); машиностроение и металлургия (9.2); электричество и магнетизм (9.3); химия (9.4); биология (9.5). В последней части настоящей главы (9.6) я попытался объединить материал этой и предыдущей главы и разобрать те уроки, которые можно извлечь из хронологической и тематической последовательности событий. Темы были выбраны так, чтобы выявить важнейшие характерные черты имевшего место в течение XVIII—XIX веков перехода от науки в основном академической к такой, которая начинала играть существенную роль в экономической жизни общества. Поэтому, кроме второго раздела, каждая тема содержит одно или больше событий, имевших важное значение с точки зрения экономики и связанных с открытием того или иного существенно важного научного положения. Так, в первом разделе содержится история паровой машины и показывается, каким образом попытки увеличить коэффициент ее полезного действия привели к открытию законов *сохранения и превращения энергии*. Второй раздел в известном смысле дополняет первый, ибо именно настойчивые требования создания паровых машин и других механизмов, приводимых в движение энергией пара, имели своим следствием изобретение точных методов металлообработки и производство металла улучшенного качества в таких количествах, которые привели к *веку стали*. Это событие не было обусловлено какими-либо важными научными положениями, и наука играла в нем сравнительно небольшую роль. Значение изучения инженерного искусства состоит в том, что оно выявляет, во-первых, в какой степени преобразования в области механики зависят от простых рабочих, и, во-вторых, насколько насущно важной была точная металлообработка как для промышленности, так и для науки. При изложении истории изобретения основное внимание стали

уделять огромным техническим и экономическим успехам, достигнутым путем использования относительно небольшого объема научного знания.

В третьем разделе, об электричестве, мы опять имеем дело с новым случаем—изучение превращения чисто научной и даже занимательной проблемы в важную отрасль промышленности. В то же самое время это изучение имеет целью показать, как применение математической механики, разработанной в XVII веке, к области совершенно неизведанного опыта в XIX веке могло привести к новым обобщениям величайшего теоретического значения. Достижения, приведшие к *электромагнитной теории света*, могут быть сравнены с теми, которые привели к ньютоновой теории всемирного тяготения. Сама по себе эта теория представляет вторую по значимости унифицирующую гипотезу, придавшую науке XIX века ее кажущийся завершенным характер.

Четвертый раздел раскрывает основное достижение науки XVIII века, в результате которого химия, прежде делившая поле деятельности между слепым эмпиризмом и мистической алхимической теорией, поднялась до уровня рациональной количественной науки. *Революция в пневматике*, связанная с именами Пристли и Лавуазье, представляет собой первый важный шаг в распространении науки за пределы области, культивировавшейся греками. Ее исключительное значение в истории человечества состоит в том, что она была также первым шагом к положительному и выгодному внедрению науки в крупное производство. Последующая тесная связь химии с текстильной промышленностью и переход от получения хлорной извести и красителей к производству взрывчатых веществ и лекарств характеризуют *органическую химию* XIX века и обуславливают ее успехи.

Наконец, из обширной области биологических наук я попытался показать две или три основные нити, определившие направление их прогресса. Здесь мы имеем, с одной стороны, изыскания в области сельского хозяйства и медицины, приведшие в конечном счете к *микробиологии* и к пастеровской микробной теории болезней. С другой стороны, к этой же области относится страстная полемика о сотворении мира, которая должна была привести через геологию и естественную историю к установлению Дарвином теории *органической эволюции*. Не может быть никакого сомнения в том, что из всех крупных достижений науки XIX века, включая и великолепные обобщения в области физики, только теория эволюции по своему значению может быть уподоблена развенчанию Коперником и Галилеем геоцентрической теории. С этого момента человек сам нашел свое место в природе. Только признав свое происхождение от животного, человек мог узнать, насколько отличным от предков сделало его воздействие общества и цивилизации. С признанием теории эволюции порывается последняя связь с аристотелевой картиной мира; однако логический вывод о том, что человек должен занять в управлении природой место, отводившееся механизму небесного провидения, был еще делом будущего—решение этой задачи оказалось слишком трудным в условиях капиталистического общества.

Сосредоточив внимание на важнейших научных и технических достижениях этого периода, я неизбежно упрощаю картину и вынужден опустить целый ряд вопросов, которые были бы необходимы для исчерпывающего обзора. Нет, однако, никаких оснований полагать, что полное описание могло бы доказать что-нибудь иное. Так, например, я очень мало или почти ничего не сказал об огромном развитии оптики, начавшемся в начале XIX века и повлекшем за собой открытие явлений поляризации и дифракции, что привело к возрождению волновой теории света; не говорю я и о спектроскопии и спектральном анализе. Эти события должны были умножить число орудий, используемых для других отраслей науки, преобразовать химию и астрономию и в следующем столетии дать ключ к разгадке структуры атома (стр. 404). История оптики изобилует примерами взаимозависимости научных и экономических факторов даже в XIX веке, когда еще не было ни кино, ни телевидения, однако

недостаток места не позволяет мне рассказать о них здесь. При рассмотрении же вопросов, поднятых в следующих разделах, будет приведено достаточно характерных случаев такого рода взаимозависимости, чтобы пробел этот не дал себя почувствовать.

9.1. ТЕПЛОТА И ЭНЕРГИЯ

Изучение теплоты и ее превращений имело огромное теоретическое и еще большее техническое и экономическое значение для развития современной цивилизации. Первоначально оно представляло собой простое расширение наблюдений над явлениями природы, ощущением тепла и холода, процессами приготовления пищи и изменениями погоды. Уже издавна строилось множество предположений о теплоте. Она была явно связана как с огнем и жизнью, так и с насильственными движениями.

Ионийские философы, развивая возникшие еще до них легенды, видели в теплоте и в ее противоположности—холоде причину эволюции вселенной: теплота вызывала расширение и испарение, холод—сжатие и затвердение. Аристотель, особенно в своей метеорологии, создал доктрину первичных качеств теплого и холодного, которые вместе с влажным и сухим образуют четыре канонических элемента—огонь (теплый, сухой), воду (холодная, влажная), воздух (теплый, влажный) и землю (холодная, сухая) (стр. 110).

Эта доктрина, представлявшая собой слияние химии и физики, в течение многих тысячелетий сохранялась в человеческом мышлении как в Китае, и Индии, так и в Европе. Особенно большую роль играла доктрина антагонистических элементов в медицине, и, казалось, здесь она нашла свое подтверждение в явлениях озноба и лихорадки. Несомненно, что именно медицина породила первые примитивные идеи об измерении теплоты. Предполагалось, что теплота и холод делились на четыре *градуса*, или степени, первый—чуть опутимый, последний—смертельный^{3,19}. Назначением согревающих или охлаждающих лекарств первого, второго или третьего градуса являлась нейтрализация или ослабление (temper) действия своего антипода, откуда и произошла идея *температуры*.

Эта философская врачебная доктрина пережила века и обрела новую жизнь в эпоху Возрождения. Бэкон вслед за Телезио сделал антитезис тепла и холода центральным положением своей философии (стр. 242). С самых ранних времен теплота ассоциировалась с движением газов и паров, и именно связь ее с открытиями XVII века в области пневматики обусловила переход этой проблемы из сферы качественной философии в область количественной науки. Галилей сконструировал термометр воздушного расширения, и такие термометры вместе с барометром Торричелли использовались для наблюдений за погодой^{4,13}.

Эволюция паровой машины

Прогресс в количественном изучении теплоты пошел, однако, не в плане таких исследований, а по линии практического использования способности к расширению газов для того, чтобы заставить теплоту производить полезную работу. На протяжении всего XVII века идея о «подъеме воды с помощью огня» пленяла воображение изобретательных прожектеров (стр. 259). Вопрос заключался в том, как объединить в одной реальной машине две идеи, обе далеко не новые: во-первых, заполнения пустого пространства водой посредством засасывания ее (или вакуума) и затем—выбрасывания содержимого с помощью давления разреженного воздуха, пара или газа. Де-Ко (1576—1626), столь популярный в XVI веке проектировщик садовых фонтанов, практически решил эту проблему еще до того, как было открыто существование пустоты. Он развел огонь под почти пустым сосудом с водой, соединенным с колодцем посредством трубы. Когда вся вода выкипела и сосуд наполнился паром, он

убрал огонь и закрыл паровой клапан, после чего засосанная вода заполнила пустое пространство. Хотя это изобретение едва ли имело практическое значение, оно содержало существенный принцип вакуумной машины, однако до работ фон Герике (стр. 259 и далее) действие его так и не было понято до конца. Большинство ученых, работавших над проблемой вакуума, задумывались над созданием реальной машины, однако и у них не хватало способностей в области механики, чтобы сконструировать такую, которая могла бы работать. Человеком, наиболее близко подшедшим к решению этой задачи, был Дени Папен, ассистент сначала Гюйгенса, а затем Бойля, вычертивший детали такой машины, но не сумевший достать деньги для ее построения. Он умер в Лондоне нищим. Мы располагаем волнующим письмом, которое он в 1708 году адресовал секретарю Королевского общества, прося у него сумму в 15 фунтов стерлингов для «важного эксперимента», а также ответ Общества, сообщавшего, что оно не могло дать денег в долг, не имея заранее гарантии в успехе предприятия ^{4.11.38}.

Первым, кому удалось спроектировать и финансировать производство насоса, приводимого в действие огнем, был капитан Королевских саперных войск Сэвери (1650—1715), который использовал два сосуда, поочередно наполнявшихся паром, чтобы вытеснить воду, и затем охлаждавшихся, чтобы втянуть новую порцию воды,—метод, все еще применяемый в «пульсометрическом» насосе. Сэвери не был обыкновенным прожектером. Он хорошо понимал, как об этом свидетельствует его заявление о предоставлении ему патента, озаглавленное «Друг шахтера», потенциальную важность паровой машины, особенно для откачки воды из рудников, где ощущалась величайшая нужда в непрерывной тяжелой работе. В этом письме он пишет:

«Господам предпринимателям на рудниках Англии.

Я хорошо понимаю, что многие из вас до сих пор смотрят на мое изобретение способа водоподъема с помощью движущей силы огня как на бесполезный вид проекта, который никогда не сможет оправдать мои замыслы или претензии; и что вы полагаете совершенно невозможным, чтобы такая машина, как эта, могла работать под землей и действительно поднимать воду и осушать ваши рудники; поэтому вы считаете ее недостаточной какого-либо поощрения с вашей стороны. Мне не очень нравится публично прослыть пустым прожектером, и поэтому я прилагаю при этом чертеж моей машины вместе с описанием способа ее применения и предоставляю вам решить, стоит ли вам использовать ее или нет...

Применение этой машины достаточно себя зарекомендует для целей осушки рудников и угольных копей, поднимая воду таким легким и дешевым способом, и я не сомневаюсь в том, что через несколько лет она станет средством для того, чтобы заставить горное дело, составляющее немалую часть богатства нашего королевства, расшириться вдвое или втрое по сравнению с тем, что оно представляет собой сейчас. И если такие огромные количества свинца, олова и угля ежегодно экспортируются сейчас, несмотря на огромные трудности и усилия, какие требуются ныне от шахтеров и т. д. для откачки воды из рудников, то насколько больше могло бы экспортироваться после того, как их нагрузка будет намного облегчена путем использования этой машины, во всех отношениях пригодной для применения в рудниках?»

Машина Сэвери страдала рядом практических недостатков; однако она имела существенное достоинство, показав возможность решения проблемы создания подсобных машин. Более удачной и практичной была машина, сконструированная в 1712 году слесарем и кузнецом в Дортмуте Томасом Ньюкоменом, который использовал поршень, опускавшийся под давлением сжатого пара в цилиндре, непосредственно связанном с котлом низкого давления. В отличие от машины Сэвери машину Ньюкомена не было необходимости строить непосредственно на дне рудника; она требовала меньшего внимания и, не будучи зависимой от высокого давления пара, была значительно более

безопасной. Введение ее в эксплуатацию знаменовало первый этап воплощения научного принципа атмосферного давления в машине, которая могла быть сконструирована практиками и не только работать, но и приносить доход (рис. 12).

Тот факт, что Ньюкомен, насколько нам известно, не имел научной подготовки или высоких связей^{5.10.611}, является одной из причин, побудивших в 1824 году Р. С. Мейклехэма отвергнуть мнение о его машине как об «одном из замечательнейших даров человечеству со стороны науки». «Нет такой машины или механизма,—утверждал он,—в которой то небольшое, что сделали теоретики, было бы более бесполезным. Ее построили, улучшили и усовершенствовали рабочие-механики и только они»^{5.5.8}. Эти две противоположные точки зрения о роли науки в создании паровой машины не противоречат друг другу. Сомнительно, чтобы радикальная идея вакуумного насоса могла когда-либо прийти в голову механику, по крайней мере до того, как она пришла в голову ученому; с другой стороны, ни один ученый или не обладал, или не мог обладать достаточным мастерством, чтобы разрешить не менее насущную проблему создания рабочей действующей машины. Как показывают последние события, для дальнейшего развития машин необходимо было повторное сочетание радикальных научных идей и искусства опытных мастеров.

То обстоятельство, что в течение почти 70 лет машина Ньюкомена не подверглась никаким радикальным усовершенствованиям и что некоторые из таких машин проработали свыше ста лет, хорошо рекомендует изобретательность ее творца. Однако она нашла себе весьма ограниченное применение, ее действие было слишком неравномерным для того, чтобы она могла быть использована иначе, как для откачки воды и приведения в действие воздуходувных мехов, и к тому же она потребляла огромное количество угля. Дальнейшее ее усовершенствование потребовало притока новых идей со стороны науки, и, в частности, большую роль сыграло в этом создание количественной науки о теплоте.

Теплоемкость и скрытая теплота. Джозеф Блэк

Теплота начинала становиться количественной наукой по мере постепенного расширения и увеличения объема промышленных операций, в которых она широко использовалась. Она выросла из научного обобщения опыта перегонки и производства соли, где кипение и конденсирование жидкостей происходит в массовых масштабах, а также из опыта творцов и потребителей ранних паровых машин.

Д-р Блэк, которому химия обязана революцией в пневматике (стр. 346), выдвинул также новый взгляд на теплоту. Его подход к этому вопросу был в первую очередь медико-физическим. Он занимался выяснением природы элемента огня или теплоты, который мог проходить через сосуды и воздействовать на их содержимое. Блэк открыл, что различные виды вещества нагревались в различной степени одним и тем же количеством того, что он называл «субстанцией теплоты». Данное явление он открыл методом смешения, который был впервые использован Жаном Мореном (1583—1656)^{5.60}, все еще на основе идеи арабов о четырех степенях теплоты, противостоявших четырем степеням холода. Эту идею он развил дальше, что привело его к установлению теплоемкости, или *удельной теплоты*, различных видов вещества. Именно это заставило его задуматься над тем фактом, что для таяния снега и льда требовалось известное время, что вещества эти поглощали тепло, не становясь сами теплее, и что теплота должна находиться в воде, являющейся растаявшим снегом, в скрытом, или *латентном*, состоянии. Затем он измерил большую скрытую теплоту пара, нашедшую свое отражение в том факте, давно известном в практике перегонки, что для выпаривания воды требуется значительно больше тепла, чем для ее закипания. Далее, теплота, поглощенная при

кипении, выделялась снова, когда пар сгущался в змеевике перегонного куба, для чего требовалось большое количество холодной воды (рис. 10).

Джемс Уатт. Отдельный конденсатор

Первое практическое использование открытия скрытой теплоты предстояло осуществить молодому механику, лаборанту университета в Глазго Джемсу Уатту^{5,26}, которому было поручено исправить модель машины Ньюкомена для университета (отметим здесь еще раз обратное воздействие техники на науку). Он нашел, что трудности заключались в том, что при каждом ходе поршня происходит утеря пара вследствие его сгущения в холодном цилиндре. Блэк объяснил ему происхождение этого явления с точки зрения только что найденной им скрытой теплоты, и вскоре после этого у Уатта возникла идея—сгустить пар в отдельном конденсаторе. Изобретение им в 1765 году конденсатора, отделенного от цилиндра, имело решающее значение для развития паровой машины, поскольку оно в огромной степени увеличило коэффициент ее полезного действия. Конденсатор этот явился только отправной точкой для дальнейших усовершенствований Уатта.

Мэтью Болтон. Машиностроительный завод в Сохо

Прежде чем оказалось возможным сделать машину, годную для продажи, Уатт был вынужден после относительной свей неудачи на завсде Рсбук—Карона войти в компанию с бирмингемским промышленником, великим Мэтью Болтоном (стр. 294), и использовать ресурсы растущей металлургической промышленности Блэк Каунтри, прежде чем паровая машина могла из идеи воплотиться в действительность. Ибо, как с невольной иронией признавал сам Уатт, «шотландцы по природе своей неспособны быть инженерами». Особенно ценную услугу оказал ему Джон Уилкинсон своими машинами для сверления пушек, с помощью которых могли вытачиваться абсолютно правильные цилиндры. Применив сочетание маховика, дросселя и центробежного регулятора, Уатт сконструировал двигатель, способный приводить в действие машины с постоянной скоростью даже при очень сильно меняющихся нагрузках. Этот прибор сам по себе представляет первый пример *автоматического* переключения пара в промышленности (стр. 422). Появившись на самой заре великой промышленной революции, он представлял собой провозвестник автоматизации, характерной для второй промышленной революции XX столетия.

До Уатта паровые машины только в исключительных случаях применялись в рудниках, находящихся на большом расстоянии от угольных бассейнов; машина Ньюкомена, даже усовершенствованная Смитом (1724—1792), была выгодной только при откачивании угольных шахт, где уголь, естественно, был исключительно дешев. Однако с применением более производительной и непрерывно действующей машины Уатта продукция всей тяжелой горнорудной промышленности Корнуэлла и позднее энергия для быстро распространявшихся по всей стране текстильных фабрик стали легко доступными и дешевыми.

После большой борьбы, ибо надо было преодолеть много затруднений экономического и технического порядка, паровая машина проложила себе путь в каждый горный и промышленный район Англии. Но и здесь она не задержалась, ибо мечтой Болтона было стать поставщиком машин для всего мира; паровые машины начали устанавливаться во Франции, в России и Германии чаще всего с помощью английских инженеров.

Паровоз и судовая паровая машина

Последующее развитие паровой машины было обусловлено теми техническими и экономическими требованиями, которые она была призвана удовлетворить. Машина Уатта могла в большинстве случаев с достаточным успехом применяться для целей горнорудной и заводской промышленности, но она была

дорога и обладала слишком большим весом по отношению к тому количеству энергии, которое могла дать; к тому же она все еще потребляла слишком много угля. Там, где требовался небольшой вес и высокая производительность, нужен был *паровозный* двигатель. Решение проблемы заключалось здесь, как показал Тревитик еще в 1801 году, в создании двигателя высокого давления без всякого конденсатора вообще и с выпуском отработанного пара в атмосферу^{5,28}.

Паровоз не сразу был признан. Он возник в своей естественной обстановке—в угольных бассейнах, на *железной дороге*, связывавшей шахту с пристанью. Прежде чем применение его могло оказаться выгодным, необходимо было разрешить бесчисленное множество таких проблем, как устройство тяги, сцепления, рельсового пути, постоянных путей; поэтому нет ничего удивительного в том, что во внедрении паровоза наука не принимала особого участия и что ближе всего подошел к решению всех этих вопросов сын рудничного кочегара самоучка Джордж Стефенсон^{5,60}. Его решающее изобретение, сделанное им почти случайно, заключалось в том, что он направил отработанный пар в дымовую трубу и таким образом, усиливая огонь, получил достаточную мощность, чтобы побить скорость лошади и достичь феноменальной быстроты—20 миль в час. Общеизвестная победа паровоза пришла в 1829 году на Рейнхиллских состязаниях, организованных на новой дороге Ливерпуль—Манчестер, где «Ракета» Стефенсона взяла приз.

Проблема приспособления паровой машины для водного транспорта таила в себе трудности совершенно иного рода; здесь вес и размеры машины роли не играли, но зато большое значение имела экономия топлива, ибо пароход должен сам везти нужный ему уголь. И, по сути дела, именно это затруднение должно было на протяжении большей части XIX века ограничить сферу применения пароходов одними только реками и каботажным плаванием. Решение проблемы было найдено в использовании многократного расширения, введенного Хорнблоуэром (1743—1815) в 1781 году, однако развивалось оно очень медленно. Никаких радикальных изменений, кроме замены лопастей винтом, не было сделано вплоть до 1884 года, когда турбина Парсонса революционизировала производство энергии.

Взаимодействие экономики и техники в промышленной революции

История паровой машины показывает, что необходимые предпосылки для промышленной революции имелись как в экономике, так и в технике; в экономике—в том смысле, что текстильная промышленность разрослась настолько, что могла обеспечить спрос расширившегося рынка на потребительские товары; в технике—в том смысле, что новые машины были единственным средством получения угля и движущей силы, а в конечном счете—и обеспечения транспорта, без которого никакое расширение текстильной промышленности не было бы возможным.

Большая часть усовершенствований паровой машины была осуществлена механиками-практиками без какой-либо серьезной помощи со стороны науки. Работа этой машины привлекала, однако, к себе внимание многих ученых, желавших понять ее и даже мечтавших ее улучшить. Такое изучение паровой машины имело результатом значительно более глубокое понимание свойств газов и паров, необходимое для составления таблиц пара, и должно было привести к новой общей концепции в физике, теоретически приравнивающей механическую силу и теплоту (подобно тому как паровая машина уже сделала это на практике), объединив их общим термином «энергия».

Упрочение теории теплорода

Как это ни парадоксально, но именно Франция, где паровая машина представляла собой импортированное из-за границы новшество, а не Англия, где она родилась, первой начала серьезное научное изучение ее действия как

средства превращения теплоты в механическую работу. Основная трудность заключалась в преодолении традиционного представления о теплоте. Как мы уже видели (стр. 322), теплоту путали с огнем; даже необходимая для жизни животного теплота приписывалась невидимому огню^{4, 87}. В XVIII веке она рассматривалась как материальная субстанция, «субстанция теплоты» Блэка, которую Лавуазье позднее окрестил «теплородом». Хотя попытки взвесить ее потерпели неудачу, это говорило только о том, что она представляла собой невесомую жидкость, подобную электричеству или свету^{5, 53}. Лавуазье (стр. 349) показал, что такая концепция находилась в полном согласии с его идеей получения теплоты посредством химических соединений, в частности соединением с кислородом при горении или в живом организме.

Тем не менее одновременно существовало также и совершенно другое традиционное представление о теплоте как о форме движения, а не как о субстанции, и такое представление было даже еще более ранним. Опыт многих столетий по получению огня трением и использование кузнечного молота показали, что сила могла быть превращена в теплоту; к тому времени паровая машина доказала, что теплота в свою очередь могла быть превращена в силу. Однако для того, чтобы выявить количественную взаимосвязь между теплотой и механической работой, также потребовалась паровая машина, машина «для подъема воды с помощью огня».

Первая паровая машина Ньюкомена чуть не потерпела неудачу, поскольку количество полученной от нее работы едва могло оплатить потреблявшийся ею уголь, который в местах, отдаленных от шахт или морского побережья, был очень дорог. Лошадь могла сделать ту же самую работу дешевле. Сам Уатт, чтобы определить ту сумму, которую он собирался взимать за использование его машин, измерил количество работы, выполняемой лшадью, в футо-фунтах (килограмметрах) в единицу времени и выразил мощность машин в своей новой универсальной единице—лошадиной силе. Для того чтобы продать свои машины, фирма Болтон и Уатт изобрела остроумный способ, предложив установить и обслуживать их бесплатно, но взимать в свою пользу отчисления в размере одной трети экономии в стоимости топлива—или корма—по сравнению со стоимостью топлива—или корма,—необходимого для эксплуатации машины Ньюкомена или лебедки с конским приводом.

Обратное превращение лшадьиной силы в теплоту было впервые продемонстрировано в 1798 году графом Румфордом в Мюнхене (стр. 300). Всегда интересуясь явлением теплоты, в частности в связи с ее экономическим использованием, он первый заметил, а затем и измерил теплоту, непрерывно выделявшуюся при сверлении пушек. Показав, что из ограниченного количества материи может быть получено неограниченное количество теплоты, он успешно опроверг материальную теорию теплоты, но этого было еще недостаточно, чтобы утвердить противоположную теорию.

Карно. Обратимый тепловой двигатель

В течение длительного времени превращение теплоты в котле машины в энергию махового колеса, хотя и широко использовавшееся, не рассматривалось, однако, с точки зрения точной науки^{5, 3}. Каждая машина имела свой собственный коэффициент расхода угля при превращении его в работу, и этот коэффициент, повидимому, уменьшался по мере усовершенствования машин. Казалось, не было границ для увеличения коэффициента полезного действия, однако такие границы должны были существовать, в противном случае было бы возможно вечное движение. Именно такого рода соображения побудили Сади Карно, одного из величайших непризнанных гениев XIX века, написать свои «*Réflexions sur la puissance motrice du feu*» («Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу».—Перев.) (1824). Сади Карно (1796—1832) был сыном Лазара Карно, «организатора победы» Французской революции. Он получил инженерное образование в новой Политехни-

ческой школе и был одним из первых, кто применил физико-математические принципы к работе новых машин.

Карно представлял себе паровую машину как своего рода мельницу, в которой *теплород* при высокой температуре протекает через машину и уходит из нее в конденсатор при низкой температуре; если бы в ходе этого процесса не было никаких потерь, был бы проделан максимум возможной работы. Проверкой этого была обратимость машины, которая, действуя как то, что мы сейчас называем *тепловым насосом*, могла использовать ту же энергию обратимым способом, чтобы поднять температуру того же количества теплорода с низкой до высокой. Он показал, что даже при оптимальном условии *обратимости* только какая-то доля сообщенной машине теплоты могла быть превращена в полезную работу. Иными словами, теплота может создавать работу только при наличии разности температур. Это равносильно тому, что позднее было названо *вторым законом термодинамики*.

Карно пошел дальше этого и обнаружил, что известная часть тепла фактически превращалась в машине в работу, и даже нашел, какая именно часть. Однако до того, как он смог опубликовать эти данные, Карно скончался от холеры, и в течение 50 лет его замечательное открытие механического эквивалента тепла оставалось погребенным в его записных книжках. Между тем и опубликованная им работа также была почти забыта, пока в 1832 году о ней не вспомнил Клапейрон. Позднее, однако, она должна была составить основу основ новой науки—термодинамики. Полное раскрытие взаимосвязи между теплотой и работой было сделано еще почти через четверть века ^{5.3}. К тому времени потребность в ней уже давно назрела.

Сохранение энергии. Майер, Джоуль, Гельмгольц

Первым, кто определил *механический эквивалент теплоты* (в 1842 году), был судово́й врач Рсберт Майер (1814—1887). Вскоре та же мысль была выдвинута Джоулем (1818—1889)—ученым-любителем, сыном богатого пивовара, а также физиологом и физиком Гельмгольцем (1821—1894); по сути дел, одна и та же идея, хотя и не столь ясно выраженная, повидимому, независимо приходила в голову, по крайней мере, еще пяти другим физикам или инженерам. Подход к ней со стороны трех главных ее авторов был принципиально различным. Майера привели к этой концепции общие философские соображения космического порядка. Его поразила аналогия между «живой силой» (энергией), приобретаемой телами, падающими по закону тяготения, и теплотой, отдаваемой сжатыми газами. Джоуля первоначально привели к этой идее эксперименты, целью которых было определить, в какой степени новый электрический двигатель мог стать практическим источником энергии. Доказывая невозможность подсобного использования такого двигателя, поскольку энергия получалась от сжигания чрезвычайно дорогостоящего цинка в батарее, которая давала ток двигателю, он задумался над количественной эквивалентностью работы и теплоты. Свои соображения он в 1843 году сообщил Британской ассоциации в Корке, которая, однако, не уделила им почти никакого внимания. Королевское общество отказалось опубликовать его доклад в полном объеме, и Джоулю пришлось добиваться признания посредством все более точных экспериментов ^{5.3}.

В 1847 году Гельмгольц, пытаясь применить ньютонову концепцию движения к движению большего числа тел, находящихся под влиянием взаимного притяжения, показал, что сумма силы и напряжения, то, что мы называли бы кинетической и потенциальной энергией, остается постоянной. Данное утверждение является законом *сохранения энергии* в его наиболее общем смысле. Эта формулировка важна была тем, что примиряла новые доктрины теплоты с более старыми доктринами механики—процесс, который был завершен главным образом Уильямом Томсоном (позднее лорд Кельвин), другом как Джоуля, так и Гельмгольца, в его докладе «О динамической теории тепла» (1851).

Но каким бы различным ни был их подход к проблеме, все эти ученые находились под влиянием, скорее прямым, чем косвенным, настроений века пара и, в частности, паровоза. Как заметил Майер, «Локомотив с его поездом может быть сравнен с перегонным аппаратом; тепло, разведенное под котлом, превращается в движение, а таковое снова осаждается на осях колес в качестве тепла»^{5.3.85}.

Закон сохранения энергии—а механическая работа, электричество и теплота представляют собой только различные формы ее—был величайшим физическим открытием середины XIX века. Он объединил много наук и находился в исключительной гармонии с тенденциями времени. Энергия стала универсальной валютой физики—так сказать, золотым стандартом изменений, происходивших во вселенной (стр. 103). То, что было установлено, представляло собой твердый валютный курс для обмена между валютами различных видов энергии: между калориями теплоты, килограмметрами работы и киловатт-часами электричества. Вся человеческая деятельность в целом—промышленность, транспорт, освещение и, в конечном счете, питание и сама жизнь—рассматривалась с точки зрения зависимости от этого одного общего термина—*энергия*.

Применимость энергии

В конце XIX века, однако, доктрина энергии, которая казалась столь оптимистичной, была серьезно видоизменена в связи с осознанием того факта, что, как показывал второй закон термодинамики, важно было не столько количество энергии во вселенной, сколько ее применимость, и что эта применимость непрерывно уменьшалась. Согласно молекулярной теории Максвелла, всякая система, вначале содержащая быстрые (горячие) молекулы и молекулы медленные (холодные), должна прийти в такое состояние, при котором большинство молекул движется со средними скоростями (становятся чуть теплыми). Выражаясь словами Гиббса (1839—1903), степень беспорядка (энтропия) системы всегда стремится к увеличению.

Если взять вселенную как целое, то казалось неизбежным, что источники тепла в ней будут постепенно иссякать, пока не наступит состояние абсолютного теплового равновесия, так называемая «тепловая смерть» вселенной. Кельвин, страстный приверженец этой идеи, казалось, чуть ли не радовался перспективе универсальной посредственности. Приближаясь к истине, он смог доказать, что солнце не может светить бесконечно и что поэтому земля не может существовать больше, чем еще несколько сот миллионов лет. Это был гораздо меньший отрезок времени, чем тот, который требовался геологам для объяснения эволюции земли; но победу одержал авторитет физиков. Они ошибались, ибо это предсказание, подобно многим другим, было обречено на полный провал в результате открытия, в лице атома, новых источников энергии, причем источников значительно большей мощности. Будет только справедливым по отношению к Кельвину указать, что он заранее ограждал себя от такой возможности, снабдив свои предсказания следующей оговоркой: «Если только в великой кладовой мироздания не окажутся наготове неизвестные нам источники»^{5.88}.

Философия энергии. Мах, Оствальд и новый позитивизм

В этот же период открытия термодинамики начали проникать в химию и даже биологию, главным образом благодаря работам Ле Шателье (1850—1936) и Гиббса (1839—1903)^{5.6}. В течение некоторого времени казалось, что все явления природы в целом могут быть объяснены простыми наблюдениями над механической энергией и теплотой, и это с точки зрения таких философов, как Мах, и таких химиков, как Оствальд, казалось, обещало спасение от «неудобного» материализма и радикализма атомистической теории.

Появился новый позитивизм, утверждавший, что материя и такие физические гипотезы, как атомистическая, больше уже не нужны и что вся наука может быть выведена непосредственно из простейших наблюдений. Такой тенденции противоречила кинетическая теория теплоты, разработанная Максвеллом в 1866 году и предполагавшая наличие атомов. Атомы Максвелла, однако, были чисто гипотетическими, и необходимы были новые доказательства, прежде чем они могли быть приняты как измеримые и исчислимые материальные объекты.

9.2. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ

Основной особенностью XVIII и XIX веков было торжество машины. Здесь, однако, наука попрежнему играла сравнительно незначительную роль. Ибо как в машиностроении, так и в металлургии преобладающими были технический фактор, основанный на традиции ручного труда, и экономический фактор, основанный на выгоде. Тем не менее научный фактор был все это время активным и непрерывно возрастал в своем значении, прокладывая путь к той руководящей роли, которую должна была играть наука в XX веке.

История машиностроения в его великой созидательной фазе XVIII и XIX веков свидетельствует о непрерывном взаимодействии между растущими потребностями торговли и промышленности и новыми средствами производства—машинами, двигателями, материалами, создававшими новые возможности для выгодного их использования. Именно потребность в больших количествах пряжи и тканей привела к созданию первых паровых машин; потребность в дешевом транспорте для перевозки все возрастающего количества товаров привела к усовершенствованию портов, каналов, дорог, мостов и к радикальному нововведению—железным дорогам (стр. 304). Однако стоило только появиться какой-нибудь новой конструкции или новому материалу, призванному удовлетворить эти потребности, как сразу же становились возможными новые предприятия и новые способы применения, которые ранее казались неосуществимыми или о которых раньше никогда даже и не думали. Таким образом, паровая машина, первоначально сконструированная для водоотлива, была позднее приспособлена для дутья в горнах и ковки железа, а затем и для замены водяного колеса в силовых установках. Еще позже, будучи смонтирована на судне или в вагоне, она стала самодвижущейся и породила пароход и железную дорогу. Подобным же образом дешевое железо и дешевая сталь, вызванные к жизни специфическими нуждами машиностроения, породили революцию в конструкции других машин, перевозочных средств, судов и строений.

Инженеры

На каждом этапе развития машин и металлов ремесленники были заняты испытанием новых изобретений и впитывали в себя столько научных знаний, сколько могли использовать на практике; а ученые волей-неволей изучали ремесла с тем, чтобы быть в состоянии понять лежащие в их основе принципы. Такой процесс мы можем проследить, рассмотрев биографии инженеров великого периода 1750—1850 годов, и в этом отношении в нашем распоряжении имеются хорошие материалы благодаря работе великого историка промышленной Англии Самюэля Смайлса^{5.78—80}, а также трудам нового поколения более схоластических историков, таких, как Дикинсон^{5.26.28} и другие члены Общества Ньюкомена. В Англии, которая на протяжении длительного периода представляла собой центр промышленной революции, инженеры большей частью начинали свою деятельность в качестве простых рабочих, искусных и честолюбивых, но обычно неграмотных или самоучек. Они были либо слесарями-монтерами, подобно Бrame (Bramah), механиками, как Мердок и Джордж Стефенсон, или кузнецами, как Ньюкомен и Модсли. Едва ли можно отделить от них, разве что за их более тесную связь с наукой, таких мастеров по произ-

водству инструментов, как Смитон и Уатт, художников, как Насмит (1808—1890), или горных инженеров, подобных Тревитику. Во Франции, где мастерская играла меньшую роль, а государство и военные школы—большую, преобладали инженеры, получившие школьное образование, вроде Жара (Jars), Монжа, Понселе, Фурнейрона, Сади Карно и Марка Брюнеля (1769—1849), этого дара французского инженерного искусства Англии. В более поздний период, после 1850 года, преобладание научно подготовленных людей выступает более отчетливо, а вместе с тем становится более заметным и новое значение Германии в главных событиях этого времени; Англия может противопоставить ее Сименсу, Отто и Дизелю одного только Парсона.

Главные тенденции всего периода промышленной революции шли по линии изобретения все более остроумных механизмов и неуклонного улучшения работы машин и их конструкций. За исключением тех случаев, когда впервые применялись новые физические законы, как, например, в новых тепловых двигателях и электрических машинах, ни то ни другое не предъявляло к науке больших требований. Чертежи механизмов, обычно подражавших деятельности человека-рабочего, требовали применения механической математики практического характера, слишком сложной для того, чтобы ее можно было изучить в школе, и являвшейся результатом традиционной изобретательности часовщика или слесаря. Однако для достижения успеха необходимо было сочетать такую изобретательность с острой оценкой потребностей промышленности того времени и знать, в каких областях экономия труда будет возможной и выгодной. Поскольку такое сочетание встречается весьма редко, эксплуататор изобретений, вроде Аркрайта (стр. 290), сыгравшего столь значительную роль в осуществлении революции в хлопчатобумажной промышленности, обычно стремился вытеснить простого изобретателя, который имел при этом все шансы на то, чтобы разориться; но машины конструировались. Начиная с 1750 года сочетание изобретателя-практика становится господствующим фактором прогресса техники. Остроумные механические заменители человеческих рук перешли с текстильной промышленности на сотни других отраслей как в производстве потребительских товаров, так и в самой металлургической и машиностроительной промышленности. Они наводнили также старейшие традиционные области человеческой деятельности—сельское хозяйство и производство продовольствия, особенно в Америке, где, несмотря на существование рабства, хороших земель было больше, чем способных работать на них людей. Сколь бы разнообразными ни были механизмы XVIII и XIX веков и как бы велико ни было их влияние на рост цивилизации, они представляли собой скорее сочетание старых принципов, чем применение новых,—что стало характерным для машин XX века,—а следовательно, они были мало чем обязаны науке и в свою очередь мало давали ей.

Эффективность и полезность. Турбина и двигатель внутреннего сгорания

Улучшение *работы* машин и двигателей, представлявших собой почти исключительно паровые двигатели, должно было стать делом появившихся затем поколений инженеров. На протяжении большей части этого периода задача заключалась главным образом в приспособлении двигателя к различным случаям его использования и в неуклонном повышении его производительности на единицу веса топлива или по отношению к его себестоимости путем усовершенствования отдельных его деталей или улучшения его конструкции. В конце XIX века идеи Карно и основанная на них термодинамика постепенно распространились на всю область инженерного искусства; однако идеи эти сыграли большую роль в революционизировании машиностроения, приведя к созданию турбины, двигателя внутреннего сгорания и холодильника, чем в усовершенствовании старого поршневого двигателя.

Новые события разделили совокупность генерируемой энергии на две более удобные и легче приспособляемые половины. *Двигатель внутреннего сго-*

рания привел к внедрению легкого силового двигателя к автомобилю, и позднее—к самолету; паровая *турбина* привела к созданию мощных двигателей для огромных судов и к выработке подлежащей распределению электрической энергии. Хотя они и являлись продуктом XIX века, однако нашли себе сферу применения только в XX веке (стр. 431).

Машиностроение. Станкостроение.

Возможности извлечения выгоды, обусловленные применением машин, вызвали к жизни машиностроительную промышленность; а это, в свою очередь, должно было породить революцию в ручном труде, сделав в процессе механизации еще шаг вперед и используя машины для производства машин. Первым и наиболее важным из них был токарно-винторезный станок с механическим суппортом Модсли (рис. 13)^{1,31; 5.10}. И эта революция лишь немногим была обязана науке, причем долг ее ограничивался проверкой наглядных готовых суждений с помощью более точного применения геометрии, таких, как микрометр и проекция Модсли и стандартные винты Уитворта. Здесь старые традиции конструктора и часовщика непрерывно сливались в новую традицию *инженера-механика*. Фактором, обусловившим возможность такого слияния, было наличие металла—сначала железа, а затем стали,—способного принимать новые, точные формы, а также наличие механической силы для их обработки. Только в середине XIX века задачи инженерного искусства начинают выходить за пределы ресурсов, известных уже древним. Паровой молот Насмита раз и навсегда уничтожил традиции кузницы Вулкана, и строительство машин стало уже больше не делом человека, а работой самих машин^{5, 63}.

Хотя фактически существующее производство точно обработанных металлических деталей было мало чем обязано науке, поскольку зависело от возможностей шлифовальных машин, оно явилось тем путем, следуя по которому машиностроение могло само приобрести научный характер. Самое искусное применение принципов ньютоновой механики в XVIII веке было для инженеров-практиков почти бесполезным, поскольку машины не могли конструироваться достаточно точно. Исключение представляли только машины, созданные искуснейшими мастерами, и такие тонкие механизмы, как часы. Даже в пушках, необходимых для насущных нужд войны, не могла быть обеспечена достаточно гладкая поверхность ствола и однородное его сверление, которое могло бы позволить извлечь сколько-нибудь серьезную пользу из прочно установленных теоретических принципов баллистики^{4, 50}. С введением точного металлорезания все это изменилось, и работа механических приборов могла быть рассчитана на чертежной доске с известными шансами на точность такого предварительного расчета. Оно также должно было открыть путь для применения взаимозаменяемых частей, а тем самым и для методов массового производства, характерных для XX века. Первыми предзнаменованиями этого нового явления были построенный в 1800 году мушкетный завод Эли Уитни (1765—1825) и фабрика шкиперского имущества, которую основал в 1784 году в России сэр Самюэль Бенгам, брат Иеремии Бенгама, и которая позднее привела к созданию фабрики блоков Британского адмиралтейства, где конструктором машин был Модсли. Знаменательно, что и то и другое представляло собой технику, предназначенную для войны.

Революция в металлургии

Потребность в новых машинах, в частности в тяжелом оборудовании для шахт, а позднее и для железных дорог, судов и зданий, не говоря уже о постоянно возникающих военных нуждах, могла быть удовлетворена только непрерывно возрастающим потоком металла, и притом металла все улучшающегося качества. Легкая доступность железа и стали и обусловленная ею революция в технологии металлургии были столь же важными факторами в промышленной революции, как и изобретение текстильных машин и парового двига-

теля. И здесь, так же как и в машиностроении, металлургическая революция многим была обязана практикам и весьма мало—науке, вплоть до решающего этапа в массовом производстве стали к концу XIX века.

Железная и стальная металлургия практиковалась как ремесло, по крайней мере, в течение 3000 лет. Искусство средневековых кузнецов, как на Востоке, так и на Западе, едва ли могло быть еще усовершенствовано. Однако продукция, тщательно сделанная ручным способом, была очень дорога, и количество ее могло удовлетворить только довольно статичный спрос на оси, подковы, лемехи, оружие и доспехи. Новые потребности артиллерии для войн XVI века до крайности напрягли производство в Западной Европе даже после коренных изменений, вызванных изобретением чугуна (стр. 225). Ибо основное производство—производство железа все еще зависело от древесного угля, а истощение запасов этого последнего толкало железоделательную промышленность в леса Швеции, России и Америки.

Век железа

Именно этот недостаток перед лицом все возрастающих требований расширяющейся торговли и промышленности ускорил революционный переход от древесного угля к коксу в начале XVIII века, и это обстоятельство полностью утвердило господство угольных бассейнов над лесом, ибо уголь уже вытеснил дерево в качестве бытового и промышленного топлива. Хотя, как мы видели (стр. 226), возможность использования угля для производства железа уже давно была оценена, фактический успех этого дела зависел от решения множества физических и химических проблем, выходивших за пределы уровня науки того времени. Их разрешение должно было стать задачей практики, одновременно с решением всепоглощающей задачи прибыльной продажи. Ошибка первых прожектеров, в частности Стуртеванта, заключалась в том, что в своих проектах они исходили из предпосылки слишком щедрого финансирования и попыток вызвать к жизни монополии (стр. 227 и далее).

Только упорство и честность квакерской семьи Дерби из Колбрукдэйля^{5.7.9} преодолели эти препятствия и к середине XVIII века открыли эпоху дешевого чугуна. Цена на чугун достигала в 1728 году 12 ф. ст. за тонну, а к 1802 году она упала до 6 ф. ст.^{5.2}. Однако применение чугуна имело свои пределы. Правда, из него могли делаться рельсы, опоры, мосты, колеса, цилиндры машин, но не инструменты и не рабочие детали машин. Там, где требовались напряжение и прочность, приходилось употреблять сварочное железо или когда, сверх того, нужны были еще и твердость и упругость—также и сталь. Частичное решение проблемы производства этих материалов было найдено в тигельной стали Гунстмана (1740) и в процессе пудлингования и проката, предложенном в 1784 году Кортон, причем оба эти изобретения требовали большой работы ума, но ничем не были обязаны официальной науке. Несколько ранее, в начале XVIII века, работа Реомюра «*L'art de convertir le Fer Forgé en Acier*» («Искусство превращать кованое железо в сталь».—Перев.) (1722) обнаружила как ограниченность, так и возможности науки того времени. Реомюр сумел путем тщательно проведенных экспериментов разгадать тайну сталеплавыльщиков, старательно охранявшуюся еще со времен халибов (стр. 89), и открыть секрет, что сталь представляет собой железо, содержащее не слишком мало и не слишком много углерода. Реомюр нашел, что может изготавливать ее, сплавляя чугун и сварочное железо. Он опубликовал результаты своих опытов и тем самым заложил фундамент одного из самых благородных предприятий—свободы научной публикации^{1.3.151}; однако никто этими результатами не воспользовался. Либо фабриканты железа не умели читать, либо они нашли рецепты Реомюра неосуществимыми.

На всем протяжении последних лет XVIII и первых лет XIX века производство железа шло полным ходом, а производство стали плелось у него в хвосте. Все улучшения шли в направлении ускорения процесса путем исполь-

зования сжатого, а потом и нагретого дутья, введенного Нейльсоном (1792—1865), химиком газового завода^{5.4}. Эти усовершенствования не требовали почти ничего, кроме применения новых механических сил для преобразования старинного процесса.

Век стали. Бессемер. Сименс. Томас

Решительный перелом произошел благодаря радикальным нововведениям Бессемера, открывшего способ массового производства литой стали. В его конвертере воздух, продуваемый через расплавленный чугун, сгорает с углеродом, поддерживая достаточно высокую температуру, чтобы сохранять получившуюся сталь в жидком состоянии. Это может быть названо полунаучным результатом, ибо, не имея под собой теоретического основания, он, тем не менее, был получен эмпирическим путем. Бессемер не был ученым, это был типичный изобретатель, имевший как раз достаточно, но не слишком много научных знаний и некоторый опыт работы с металлами, хотя и не в железодельной промышленности^{5.3; 5.87}. Примечательно, что ни фабриканты железных изделий, ни профессора-специалисты по металлургии никогда не предполагали такого «дикого» процесса; они знали достаточно для того, чтобы быть уверенными в неудаче подобной попытки.

Вскоре после появления в 1856 году бессемеровской стали вновь воскрес на некоторое время более старый процесс ее производства путем применения в пламенной или отражательной печи регенеративного принципа подогрева, предложенного Сименсом, с помощью которого температура может быть поднята благодаря использованию отработанных горячих газов для подогрева поступающего воздуха. Таким путем возможно было плавить большие загрузки стали, а также применять процесс Реомюра с закладкой в печь чушек, скрапа и руды. Начиная с 1867 года пламенная печь стала серьезным соперником бессемеровского конвертера. Оба процесса страдали одним серьезным недостатком: они требовали только сравнительно чистых железных руд (которых было не так уж много), таких, например, какие добывались в Швеции, Испании и на Верхнем озере. Прежде чем эти процессы могли быть использованы для имевшихся в больших количествах осадочных руд Кливленда или Лотарингии, предстояло сделать еще одно решающее улучшение: введение основной футеровки для поглощения вредных примесей фосфора. В этом и состояло изобретение Томаса, сделанное им в 1879 году и имевшее важное значение не столько из-за масштабов полученных от него результатов, сколько потому, что оно было от начала и до конца научным^{5.3; 5.87}. Хотя Томас должен был зарабатывать себе на жизнь в качестве клерка при полицейском суде в Степни, он прекрасно владел теорией металлургии и отдавал себе совершенно ясный отчет в том, что собирался делать. Опыты, которые он проводил в погребе одного из лондонских домов, могли быть с успехом переведены на массовое производство в течение трех лет. Его работа является прообразом научно-исследовательской работы в области производства следующего столетия.

Эти три процесса, вместе взятые, открыли век стали благодаря быстрому завершению вытеснения сначала дерева как строительного материала в машиностроении, а затем чугуна как материала для рельс, судов и пушек. Дешевая сталь стала той базой, на которой должен был быть построен империализм конца XIX века с его упором на заморскую торговлю, эксплуатацией тропических колоний посредством развития строительства железных дорог и портов и все более дорогостоящими приготовлениями к ведению морских и сухопутных войн.

9.3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Первой новой наукой, возникшей после окончания ньютоновского периода, явилось электричество, отчасти потому, что оно было чуть ли не единственным аспектом физической науки, которой сам Ньютон не занимался и где, следова-

тельно, его огромный авторитет не отпугнул менее крупных исследователей. Электричество имело длительное и легендарное прошлое. С самых ранних времен, о которых мы только знаем, люди высоко ценили янтарь и, вероятно, заметили его способность притягивать к себе небольшие тела после того, как его обо что-нибудь потрут. Было естественно провести аналогию между этим явлением и значительно превосходящей его силой притяжения магнита; естественно также было объединить оба эти явления в общем магическом мышлении древности. Доктрина родства и влечений, все содержание идеи о некоем *качестве*, заключающемся в особом рода субстанции и могущем быть вызванным надлежащими действиями, была поглощена в янтаре и даже в еще большей степени в магните благодаря его магическому свойству передавать свое качество другим предметам при соприкосновении с ними.

Однако магнетизм становится наукой только с того момента, когда это свойство могло быть использовано с пользой, как, например, в судовом компасе (стр. 187). Мы уже рассмотрели некоторые из тех шагов, благодаря которым изучение компаса привело через Петра Пилигрима и Роберта Нормана к Гильберту и началу научного изучения магнетизма (стр. 237).

Труд Гильберта «*De magnete*» был посвящен не только магниту; он содержал также обобщение принципа притяжения и рассматривал как притяжение янтара, так и изобретение первого электрического прибора—уравновешенного указателя, или версориума, позднейшие варианты которого—электроскопы и гальванометры—должны были дать науке так много стрелочных измерительных приборов.

Раннее электричество. Действие трения

Хотя, как мы видели, магнетизм Гильберта должен был подготовить почву для создания теории тяготения, его опыты над электричеством на всем протяжении великого периода экспериментов XVII века не получили, по сути дела, никакого дальнейшего развития. В своих начальных стадиях эти опыты, казалось, не сулили прибыли от применения электричества. Это была философская игрушка, и как таковая она несколько отходила от интересов того времени, которые были в такой огромной степени обращены к механике и вакууму. Тем не менее было проведено несколько опытов, относившихся к вакууму и послуживших связующим звеном с важными событиями, которые должны были последовать позже. Около 1665 года изобретатель вакуумного насоса фон Герике сконструировал вращающийся глобус, или шар, из которого путем трения извлекал искры. Шар этот должен был стать прототипом электрических машин следующего столетия; но для него это была просто модель, нужная ему для иллюстрации своих космологических теорий. В 1675 году Пикар (1620—1682) заметил, что при встряхивании в темноте барометр испускает зеленый свет—излучение ртутного фосфора. Этим явлением заинтересовался еще в начале XVIII века ассистент Ньютона Хауксби (умер ок. 1713 года). Он показал, что трение, возбуждавшее электричество, могло также давать свечение в пустоте—провозвестник всех видов нашего флуоресцентного свечения; однако он ни на шаг не продвинулся вперед в понимании причин этого явления.

Грей. Проводники и изоляторы

Подобные же эксперименты проводил другой последователь Ньютона—Стевин Грей (ок. 1666—1736), что привело его в 1729 году к открытию возможности передачи электричества, пролившему свет на все эти задачи. Вначале почти случайно, а затем путем последовательного логического рассуждения он пришел к мысли, что электричество, получаемое путем трения стеклянной трубки, могло передаваться на большие расстояния. Первым его наблюдением было то, что пробки, которыми он заткнул концы своей трубки, притягивали к себе маленькие кусочки бумаги или металла. Затем он вставил в эти пробки небольшие

палочки, надел на концы палочек шарики, наконец, привязал к ним шары— все это также притягивало. В конце концов он вывел электричество из своей комнаты через весь сад по бечевкам, подвязанным к шелковым петлям, и получил то, что фактически было первым электрическим телеграфом. Основное его открытие заключалось в том, что электричество представляло собой нечто, могущее перетекать с одного места на другое без внешнего проявления какого-либо движения материи, что это нечто не имело веса и представляло собой *невесомую жидкость*. Электричество можно было держать в веществах, подобных стеклу или шелку, в которых оно возбуждалось. Эти вещества он называл «электриками»—то, что мы сейчас называем изоляторами, или диэлектриками, так как через них электричество проходить не могло. С другой стороны, электричество проникало через металлы или влажную веревку, но не могло в них возбуждаться. Они представляли собой *неэлектрики*, или *проводники*.

Дюфэй. Два рода электричества

Известие об этих опытах, столь простых и интересных, скоро широко распространилось, и электричество начало превращаться в модный «курьез», который был энергично подхвачен отдельными любителями то здесь, то там. Дюфэй, живший во Франции, нашел в 1733 году, что существует два вида электричества—стеклянное и смоляное, в зависимости от того, что подвергалось трению—янтарь или стекло. Многие люди начали конструировать электрические машины, чтобы проводить всевозможные опыты и даже демонстрировать их за деньги.

Лейденская банка и электрический разряд

Сама собой напрашивалась мысль попытаться сохранить электрическую жидкость в бутылках. В 1745 году священник из Померании фон Клейст (умер в 1748 году) попытался провести электричество в бутылку через гвоздь. Коснувшись одной рукой этого гвоздя в то время, как в другой его руке была бутылка, он почувствовал то, что было, очевидно, первым искусственно полученным электрическим разрядом. Спустя несколько месяцев и, повидимому, независимо от этого Мушенбрек (1692—1761) сообщил из Голландии о подобном же опыте. Поскольку он был мастером по изготовлению научной аппаратуры и имел обширные связи в мире ученых, имя его обычно ассоциируется с тем, что все еще называют лейденской банкой.

Это открытие произвело в буквальном смысле эффект разорвавшейся бомбы. Каждый хотел испытать разряд и увидеть его действие на других. Электричество стало последней модой при дворах. Французский король организовал электрификацию всей бригады своей охраны, которую заставили прыгать в унисон разрядам батареи лейденских банок.

Франклин. Положительное и отрицательное электричество

Все до такой степени сходили с ума по электричеству, что Франклин (стр. 292) даже в далекой Филадельфии услышал о нем и выписал себе несколько электрических приборов. С присущим ему здравым смыслом он с помощью приборов собственной конструкции сумел разобраться в путанице предшествовавших опытов над электричеством и предложил объяснение, сохранившее силу и поныне, а именно—что существует не два рода электричества, а только один. Он представлял его себе как своего рода невещественную жидкость, которая существует во всех телах и не обнаруживает себя до тех пор, пока тела эти насыщены им. Если количество электричества в них увеличивается, то они становятся положительно заряженными, если уменьшается,—то отрицательно. Стремление электрической жидкости достичь своего подлинного уровня является причиной электрического притяжения и, когда оно бывает достаточно сильным, также искр и разрядов. Если мы заменим жидкость практически не имеющими веса электронами и изменим знак зарядки — на +,

ибо именно отрицательно заряженные тела имеют избыток электронов, то объяснение Франклина станет современной теорией электрического заряда.

Громоотвод

Серьезным вкладом Франклина в теорию электричества явилось упрощение ее и объяснение действия лейденской банки, что сразу же создало ему репутацию ученого. Однако что действительно поразило широкие слои мировой общественности, так это его оценка аналогии между электрической искрой, полученной в лаборатории, и уловленной им в небе с помощью воздушного змея молнией, которая, как он показал, представляет собой то же электричество. Отсюда он в свойственном ему практическом духе немедленно вывел заключение, что можно предотвратить бедствия, вызываемые грозами, особенно тяжелыми в Новом Свете, с помощью *громоотвода*, который он испытал в 1753 году. Благодаря этому изобретению наука об электричестве принесла свою первую практическую пользу. Патриотические, или мятежные, склонности Франклина имели любопытный косвенный отклик в Англии, где в 1780 году король Георг III настоял на том, чтобы громоотводы во Дворце Кью имели круглые наконечники вместо острых, предложенных Франклином, в связи с чем президент Королевского общества, не согласившийся с этим, вынужден был уйти в отставку. Некий остряк того времени подытожил этот спор в следующей эпиграмме:

В то время как вы, великий Георг, в погоне за безопасностью
Хотите остроконечные громоотводы заменить тупыми,
Дела нации пришли в расстройство.
Франклин поступает более благоразумно:
Он бесстрашно взирает на то, как вы мечете громы и молнии,
Оставаясь на своей точке зрения.

Кулон и закон притяжения

Несмотря на все эти успехи, электричество и магнетизм попрежнему оставались таинственными невесомыми жидкостями, и их количественное изучение было невозможно до тех пор, пока не нашли способа их измерения. Эта задача выпала на долю Кулона (1738—1806), который взялся в 1785 году за ее решение с целью, что весьма характерно, усовершенствовать морской компас^{5.10}. Он открыл способ подвешивания стрелки на тонкой нити и использовал его для измерения сил между магнитными полюсами, а позднее—между электрическими зарядами. Это и были крутильные весы, прообраз большинства наших современных чувствительных электрических приборов, которые были независимо от Кулона сконструированы также Мичеллом (1724—1793) и использованы Кавендишем (1731—1810). С помощью этих весов Кулон установил то, что уже в течение нескольких лет предполагалось, а именно, что силы, действующие между магнитными полюсами, равно как и те, которые действуют между электрическими зарядами, подчиняются тем же законам, что и силы тяготения, то есть что сила обратно пропорциональна квадрату расстояния. К тому же выводу, как мы уже видели, приводили и наблюдения, сделанные Пристли в 1766 году и более тщательно Кавендишем в 1771 году, показавшие, что *внутри* заряженного проводника не было никакого заряда. Эти опыты позволили применить к электричеству все научные положения ньютоновой механики с той только разницей, что электричество содержало как притягивающие, так и отталкивающие силы.

Животное электричество. Гальвани

Непосредственное развитие изучения электричества шло, однако, не в этом, количественном направлении. Снова, как и в случае с лейденской банкой, прогресс физики получил новый стимул и направление от изучения ощущений человека и животного. Внимательные наблюдатели заметили, что между раз-

рядами, вызываемыми лейденской банкой, и теми, которые вызывало прикосновение к различным электрическим рыбам, в частности к луч-рыбе (или электрическому скату—«усыпляющему»), существовала аналогия. В 1776 году Кавендиш фактически сделал из кожи действующую модель электрического ската, соединив ее с батареей лейденских банок^{5, 576}. Это привело к понятию «животное электричество», и было сделано немало путаных и безуспешных попыток открыть его, пока, наконец, в 1780 году профессору анатомии Болонского университета Гальвани (1737—1798) не удалось случайно провести опыты, в которых препарированные животные были соединены с электрическим прибором. Он заметил, что несколько пар лягушачьих лапок сокращались каждый раз, как проскакивала искра. Однако должно было пройти еще шесть лет, прежде чем он нашел, что фактически для этого вовсе не был необходим электрический прибор и что лягушачьи лапки сокращались и в том случае, если к нерву и мускулу прикасались два различных металла, находящихся в контакте.

Электрический ток и батарея. Вольты

Гальвани действительно открыл электрический ток, но не понял этого. Интерес к физиологии нервов заставил его рассматривать свои опыты скорее как доказательство существования животного электричества. Потребовался более логический склад ума его соотечественника Алессандро Вольта (1745—1827), профессора физики в Павии, для того чтобы понять, что он сделал. В 1795 году Вольта показал, что электричество можно получить без всякого животного, просто сложив вместе два куса различного металла, поместив между ними жидкость или влажную ткань; так он сделал первую *батарею электрического тока*^{4, 81}.

Прогресс электричества в последних десятилетиях XVIII века является наглядным примером общности интересов всех наук и того особого стимула, который получало в этот революционный период все, что было одновременно и новым и полезным. Связь электричества с физиологией привлекла к нему внимание и врачей и шарлатанов, ищущих новых методов лечения. Среди них был д-р Джон Грэхем, создавший Храм здоровья, во главе которого стояла мисс Эмма Лион, позднее леди Гамильтон. Одновременно и также отчасти благодаря врачам электричество было привлечено на службу революции в химии газов, достигшей в то время своего кульминационного пункта (стр. 346). В 1800 году лондонский врач д-р Карлейль (1748—1840) и его друг Уильям Никольсон (1753—1816), инженер, коммивояжер и издатель научных книг, применили только что изобретенную батарею для разложения воды на ее составные части—кислород и водород (стр. 348). Таким образом, они разрешили основную проблему химии и положили начало новой вспомогательной науке—электрохимии.

Гальванические батареи скоро стали столь же необходимыми в хорошо оборудованной лаборатории, какими были батареи лейденских банок пятьюдесятью годами ранее. Но вначале они были даже еще более дорогими, и только самые богатые люди могли позволить себе строить крупные батареи. Таким образом, на долю Дэви выпало в 1802 году получить новые металлы, натрий и калий, с помощью батареи Королевского института—самой крупной батареи в мире. Эти опыты положили конец изолированности электричества, как комплекса своеобразных явлений, и связали его со всей наукой в целом. Наравне с интересом, который вызывало электричество, оно начинало обещать и пользу. Это обещание не могло, однако, осуществиться в течение еще нескольких десятилетий, пока не была открыта связь между электричеством и магнетизмом.

Если не считать того открытия, что электричество, получаемое от гальванического элемента, и то, которое давала электростатическая машина, были одного и того же рода, хотя и весьма различными по количеству и интенсивности, характер электрического тока должен был оставаться окутанным тайной

в течение еще 20 лет. Электрический ток, даваемый батареями, был изменчивым и капризным, и его невозможно было измерить до тех пор, пока не было открыто совершенно иное свойство тока.

Электромагнетизм

То обстоятельство, что во многих отношениях между электричеством и магнетизмом существовало нечто общее, заставило физиков предполагать наличие между ними какой-то связи, однако обнаружить эту связь было очень трудно. Только в 1820 году в результате случая, происшедшего в Копенгагене за кафедрой, Эрстед (1757—1851) открыл, что под влиянием электрического тока стрелка компаса отклоняется. Таким образом, он раз и навсегда объединил в одно целое науки об электричестве и магнетизме. Одним из непосредственных результатов этого объединения явилось изобретение в 1823 году Стердженем (1743—1850) электромагнита и усовершенствование его Джозефом Генри (1799—1878) в 1831 году⁶⁻⁶. Электромагнит явился прямым шагом к созданию электрического телеграфа и электромотора.

Отклонение стрелки компаса электрическим током имело одновременно и огромное теоретическое значение. В руках Ампера (1775—1836), Гаусса (1777—1855) и Ома (1787—1854) оно привело к объяснению магнитных полей, создаваемых токами, и того, как эти последние текут по проводникам. Токовое электричество могло стать теперь количественной наукой и получить весь математический аппарат механики. Тем не менее в одном важном—и загадочном—отношении новые законы отличались от законов Ньютона. Все силы, действующие между телами, которые он рассматривал, действовали по линии, соединяющей их центры; но здесь магнитный полюс был вынужден двигаться под *прямым углом* по отношению к проволоке, по которой шел ток. Это было первым отходом от простой *скалярной* теории магнитного поля, открывавшим путь к более широкой *векторной* теории, где учитывалось как расстояние, так и направление. Именно эти открытия в области физики должны были дать новый толчок математике и оторвать ее от ставшей теперь бесплодной при-
вязанности к ньютоновой традиции.

Случайные ли это открытия?

Интересно подумать о последствиях внешне случайных открытий, которые привели знание к его современному состоянию. На первый взгляд кажется, что открытия эти подтверждают ту мысль, что в науке ничего нельзя предсказать и что она целиком зависит от чисто случайных открытий. Фактически сейчас, когда нам известен характер некоторых связей между различными аспектами естествознания, мы можем видеть, что в конечном счете было бы очень трудно не натолкнуться на них тем или иным путем. Эрстед, вдохновленный унитарными идеями *натурфилософии*, в течение 13 лет, несомненно, пытался найти связь между электричеством и магнетизмом, однако фактическое его открытие не было результатом какого-то продуманного плана. В данном случае, поскольку так много людей забавлялось в то время игрой с электрическим током и компасной стрелкой, едва ли могло бы случиться, чтобы никто из них рано или поздно не заметил их взаимодействия. Очевидно, его замечали многие, но так и не задумались над этим явлением. Трудность в науке часто представляет не столько то, *как* сделать открытие, сколько понять, что оно сделано. Во всяком опыте можно наблюдать целый ряд результатов, вызванных всевозможными посторонними причинами и не имеющих ни малейшего значения, и необходима известная степень ума или интуиции, чтобы разобраться, какой из них действительно важен. Это положение особенно справедливо в том случае, когда в существующей теории нет ничего, что могло бы заставить ожидать тех или иных явлений, и даже в еще большей степени тогда, когда, как это часто случается, имеются, казалось бы, все основания не ожидать их. Однако рано или поздно, если данной областью науки занимается достаточно много

людей, обязательно найдется какой-нибудь наблюдательный, обладающий широким кругозором и критически настроенный по отношению к ортодоксальным теориям или мало осведомленный о них человек, чтобы сделать данное открытие (стр. 419).

Михаил Фарадей. Электромагнитная индукция

Прежде чем стало возможным до конца понять взаимодействие между электричеством и магнетизмом, предстояло сделать еще один решающий шаг. Было показано, каким образом электрический ток производил магнетизм; оставалось показать, как магнетизм мог произвести электрический ток. Это открытие, хотя оно и заставило ожидать себя еще в течение десяти лет, не было случайным, подобно открытию Эрстеда. Оно явилось результатом сознательно запланированных Фарадеем исследований. В 1831 году, на сороковом году своей жизни, освободясь от тех ограничений, которые налагал на его работу несколько ревниво относящийся к ней Дэви, Фарадей показал, что между магнетизмом и электричеством существовала не статическая, а динамическая связь, что для того, чтобы возник ток, необходимо приблизить магнит к электрическому проводнику. Это в высшей степени важное наблюдение показало, что не только магнетизм был эквивалентом электричества в движении, но и что, в свою очередь, электричество представляло собой магнетизм в движении. Таким образом, оба ряда явлений могли рассматриваться в свете новой объединенной науки *электромагнетизма*.

Открытие Фарадея имело также значительно большее практическое значение по сравнению с открытием Эрстеда потому, что оно означало возможность получения электрического тока механическим путем, а также обратную возможность приведения в действие машин с помощью электрического тока. По сути дела, в этом открытии Фарадея заключалась судьба всей тяжелой электропромышленности, однако потребовалось чуть ли не 50 лет для того, чтобы оказалось возможным извлечь все вытекающие из него выгоды (стр. 341 и далее). Сам Фарадей был весьма мало склонен работать в направлении практического применения своего открытия. Это объяснялось отнюдь не тем, что Фарадей был человеком не от мира сего; но он по собственному опыту достаточно хорошо знал деловой мир и отношение правительства, чтобы понимать, какого огромного количества времени и каких хлопот ему будет стоить попытка продвинуть те или иные из своих идей в стадию практической эксплуатации. Он считал, что может употребить свое время с большей пользой^{5.18}.

Как показывают его записные книжки, он был занят широко задуманным планом раскрытия связей между всеми «силами», какие только были известны физике его времени,—электричеством, магнетизмом, теплотой и светом,—и с помощью целой серии остроумных опытов ему фактически удалось установить каждую из этих связей и попутно напасть на много других явлений, полное объяснение которых заставило себя ожидать до нашего времени^{5.32}.

Электромагнитное поле. Максвелл

Фарадей был одним из представителей той редкой категории физиков, имевших зрительное и чуть ли не чувственное понимание тех сил, с которыми они имели дело. Его живое воображение создало картину электрического и магнитного полей, снабженных силовыми линиями и трубками, и показало, что где бы магнитная силовая трубка ни пересекала электрический проводник, там немедленно возникал электрический ток, и, наоборот, что движение электрических силовых трубок порождало магнитные поля. В этом смысле работа Фарадея, где поля и потенциалы занимали место притяжений между геометрическими точками, дополняла великий математический синтез Ньютона. Формальный перевод качественных интуиций Фарадея на язык точных, количественных математических уравнений явился работой Клерка Максвелла (1831—1879), сжато суммировавшего всю электромагнитную теорию.

Необъясненными остались только те внешне своенравные проявления воздействия электричества на материю, которые наблюдались в электрических разрядах и привели к открытию электрона (стр. 401).

Электромагнитные волны

Однако уравнения Максвелла сделали еще больше: исходя из их формы, можно было установить, что они пригодны для выражения волнового электромагнитного возмущения, передающегося предположительно со скоростью, близкой к скорости света. XIX век уже был свидетелем великого переворота, в идеях о природе света. Ньютон, к своему собственному удовлетворению, установил—и в течение 100 лет никто не осмелился поставить его авторитет под сомнение,—что свет состоит из огненных частиц, движущихся с большой скоростью. В 1801 году врач Томас Юнг (1773—1829) в Англии и физик Френель (1788—1827) во Франции были вынуждены, учитывая интерференцию и поляризацию света, вернуться к точке зрения Гюйгенса, считавшего, что свет состоит из волн. После ожесточенных боев с поклонниками Ньютона они одержали победу, и в течение 100 лет волновая природа света никем уже не оспаривалась. Однако если огненные частицы уже не были больше нужны, то все же требовалась какая-то среда, которая должна была передавать волны даже через обширную пустоту пространства, и «светоносный эфир», обладавший несовместимыми свойствами высокой степени разреженности и одновременно высокой упругости^{4.117}, должен был выполнять роль подлежащего сказуемого «колебаться». Однако давно известно также и то, что электричество и магнетизм могут передаваться через пустое пространство. Для них были созданы одинаково неосоздаваемые поля. Максвелл действительно показал, что один-единственный, но все еще таинственный эфир (стр. 264) пригоден для всех трех случаев. Он добился большой лаконичности и упрощения физики, что вскоре должно было иметь весьма важные последствия.

Одним из них было установление нового единства между различными отделами науки: вся теория света представляла теперь как явление электромагнетизма. Другим следствием явился вывод, что электромагнитные колебания должны посылать в эфир волны, подобные световым, однако со значительно меньшими частотами. В 1888 году Герц (1857—1894) продемонстрировал эти волны в лабораторных условиях, а позднее они легли в основу радиосвязи.

С уравнениями Максвелла теория электричества, казалось, приняла настолько законченный характер, что будущее физики как будто содержало возможности только для ее расширения и усовершенствования. Фактически, как мы увидим в следующей главе, теория эта охватывала лишь небольшую часть всех явлений электричества, и корпускулярная единица электричества—электрон—из этих уравнений совершенно выпала.

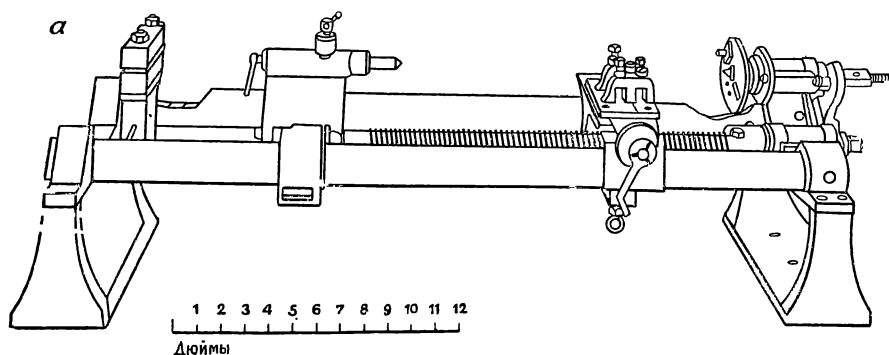
Отставание в применении электричества

Чтобы обеспечить связность рассказа о развитии электромагнитной теории, оно было подано как один логически последовательный ряд событий, проходивший через весь XIX век. Однако развитие электричества на протяжении этого периода имело также и другую, практическую сторону, постоянно переплетавшуюся с прогрессом теории^{5.7}.

Примерно с 1830 года электричество начало принимать непосредственное участие в экономической жизни общества; сначала оно использовалось как средство связи, затем стало применяться в гальванопластике, для освещения и в качестве движущей силы; в конце того века оно подарило миру два новых вида связи—телефон и радио. Электричество было поистине первой наукой, создавшей свою собственную промышленность, совершенно независимую от традиций.

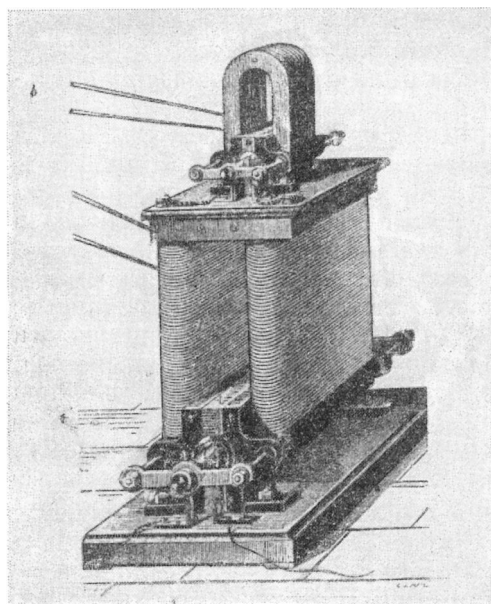
И тем не менее это был медленный процесс. Ибо, несмотря на легенду о ловком капиталисте-предпринимателе, ухватившемся за новые идеи и начав-

шем торговать ими, опередив своих конкурентов, фактически внедрение в жизнь всего того, что, прежде чем начать окупаться, требовало затраты большого количества времени и средств для своего развития, наталкивалось на огромные практические трудности. Как профессиональные ученые, так и самостоятельные изобретатели постоянно испытывали нужду в деньгах для финансирования своих работ. Единственным путем для осуществления этих работ было



Р и с. 13. Техника XIX века.

а—чертеж оригинального токарно-винторезного станка с механическим суппортом Модсли, хранящийся в Научном музее в Лондоне (стр. 332); б—первая динамомашин Уайльда с отдельным возбуждающим магнетом для катушек, создающих магнитное поле (стр. 343).



создание чего-нибудь такого, что можно было быстро продать, и финансирование каждого нового изобретения производил доходами от предыдущего. Лишь очень немногие люди ухитрялись преодолеть все препятствия, стоявшие на пути к практическому внедрению какого-либо важного открытия. Большинство людей разорялось или падало духом, и история знает бесконечное множество бесплодных начинаний.

В процессе превращения лабораторных открытий в доходные продукты промышленности можно различить четыре главных этапа, каждый из которых связан с различными аспек-

том практического применения новых электрических принципов. Этими этапами были: телеграф, гальванопластика, дуговое освещение и, наконец, лампа накаливания. Первый из них, требуя меньше всего тока, привел главным образом к совершенствованию батареи и приемных аппаратов и, таким образом, значительно содействовал развитию теории электричества.

С другой стороны, гальванопластика требовала применения сильных токов и стимулировала использование некоторых видов механически получаемого электричества. Это привело к первому применению принципа Фарадея, однако только того, который относился к постоянным магнитам (машина Пикси), и поэтому полученный ток был слабым и неэффективным. К тому же потребности гальванопластической промышленности никогда не могли быть очень обширными.

Дуговая лампа и динамомашинa

Значительно большее поле деятельности для промышленности было обеспечено дуговым освещением, и потребность в мощных генераторах стала вполне реальным фактом. В 1867 году Уайльд (1833—1919) и сэр Уильям Сименс (1823—1883) открыли, что ток, получаемый от одной машины, мог быть использован для возбуждения электромагнитного поля другой, что привело к созданию первой динамомашины, этого энергетического символа нового века. При наличии сравнительно дешевого тока все дело заключалось в том, чтобы найти пути широкого его использования, и здесь наибольшие возможности открывало бытовое освещение и освещение магазинов, для чего дуговая лампа была слишком яркой (рис. 13).

Решение проблемы «дифференциации электрического света» было найдено в лампочке накаливания сначала с угольной нитью, а позднее с металлической, помещенной в баллоне с разреженным воздухом. Техническая проблема производства дешевой и прочной лампы представляла значительные трудности, однако не это задерживало ее разрешение; в 1872 году Лодыгиным (1847—1923) в России и несколько позднее Сваном (1828—1914) в Англии были изготовлены различные лампочки накаливания. Для коммерческого производства такие лампочки требовали значительного усовершенствования системы откачки воздуха из баллонов, однако при наличии достаточных стимулов это могло быть осуществлено в любой момент на протяжении данного века. Подлинная трудность заключалась в организации распределения и продажи света. Решающим вкладом Эдисона в этой области явилось создание им в 1881 году *электрической станции* с ее разветвленной сетью, подающей электричество, подобно газу или воде.

Таким образом, задержка на 50 лет, отделявших открытие Фарадея от внедрения его в жизнь Эдисоном, была вызвана не каким-либо отставанием науки или техники, но в первую очередь причинами экономического и социального порядка^{5.3}. В середине XIX века не существовало средств для организованной эксплуатации научной идеи, которые обеспечивали бы ее рентабельность. Стоило только найти такие способы, как дальнейшее развитие ее практического применения уже нельзя было больше задержать. Электрический свет и электроэнергия прочно заняли свое место; их распространение в следующем столетии должно было осуществиться со значительно большей быстротой, чем это было с паром.

Роль электричества в применении энергии для нужд транспорта, приведения в действие машин, отопления и освещения, равно как и его использование в телеграфе и телефоне,—все это зависело от развития оригинальных экспериментов Эрстеда и Фарадея в области электромагнетизма, позднее выраженных в математической форме поколением теоретиков-физиков, крупнейшим представителем которого был Максвелл. Фактически после 1831 года к этому не добавилось ни одной радикально новой физической идеи, которая двинула бы изучение электричества вперед. Электрическая промышленность XIX века, а также и XX века, если не считать применения в ней принципов электронной теории, представляла собой идеальный образчик промышленности чисто научного характера, зависевшей от искусства и изобретательности в использовании ограниченного комплекса принципов для решения задачи удовлетворения возрастающего диапазона ее практического применения.

История электричества и магнетизма представляет собой первый пример в истории превращения чисто научного комплекса опытов в промышленность крупного масштаба. Электротехническая промышленность имеет по необходимости от начала и до конца научный характер. Тем не менее мы находим здесь самый неопровержимый пример того, как научное исследование может мгновенно превратиться в инженерную практику. Для тех людей, которым предстояло сооружать телеграфные линии, не было необходимости иметь тот же научный уровень, что и изобретателю телеграфа. Это положение вызвало к жизни

профессию инженеров-телеграфистов, объединившихся в 1871 году в общество, которое в 1889 году переименовало свое название на Институт инженеров-электриков. За 50 лет своего существования профессия инженеров-электриков приобрела свои традиции и целый кодекс практического опыта. Проблемы проектирования и производства, экономии в эксплуатации и легкости ремонта покоились на базе научных принципов электромагнитной индукции. Исторический цикл должен был, наконец, завершиться, и новая профессия—обеспечить на некоторое время жизнь двух молодых людей, которым предстояло революционизировать физику,—Альберта Эйнштейна и П. А. М. Дирака.

Электрический разряд и новая физика

И все же победы электромеханики в области практики не были наиболее плодотворным конечным следствием исследований электричества и магнетизма. Не лежали они также и в сфере дальнейшей разработки электромагнитной теории. Новые большие успехи, которые, как мы увидим в главе 10, привели к открытию рентгеновских лучей, электрона, радиоактивности, электронных ламп, атомной теории и, наконец, расщепления атома, должны были иметь источником совершенно иной ряд явлений, а именно: любопытное свечение, заинтриговавшее еще первых любителей-электриков XVII века. Эта отрасль, казалось бы, не сулила особых достижений: явления эти были капризными и почти не поддавались количественному выражению; к тому же не предвидилось никаких возможностей практического их применения, которое явилось бы стимулом для заинтересованности ими и ведения интенсивных исследований. Поэтому работа в этой области велась несистематически, и те потрясающие результаты, которые она могла дать, должны были заставить себя ожидать вплоть до конца века.

9.4. ХИМИЯ

Основной особенностью науки в XVIII и XIX веках был подъем, по сути дела утверждение химии как рациональной дисциплины—теоретической и практической. В практическом смысле наука химии была так же стара или даже еще старше любой другой науки; но, как уже было сказано (стр. 51, 130, 165), она не была и не могла стать логически стройной наукой вплоть до очень недавнего времени, поскольку в науке ранних времен отсутствовали существенные предпосылки для ее развития. Нужно было длительное время для накопления более широкого опыта в отношении знания свойств и превращений большого количества различных веществ, чем это имело место в древности или в эпоху Возрождения. Необходимой предпосылкой для создания сколько-нибудь эффективной теории химии явилось быстрое развитие широко распространенной горнорудной и химической промышленности не научного, а по сути своей технического характера.

Однако необходимо было также наличие известных обобщающих идей, которые помогли бы объединить все разнообразные эксперименты и создать на их основе логически ясную картину, разобравшись в которой можно было бы идти вперед, к новым открытиям.

Конец алхимии

Одним из предварительных условий создания рациональной точки зрения в химии было ниспровержение магических верований, сохранившихся от классических и даже еще более ранних времен, которые все еще тормозили работу химиков-практиков. Самые вредные и трудно искоренимые из этих верований представляла собой алхимия с ее астрологическим и мистическим уклонами и всепоглощающей бесплодной проблемой того времени—проблемой получения золота в реторте алхимика. Первая предпринятая в XVII веке попытка сделать химию рациональной наукой должна, как мы видели (стр. 260), быть

признана неудачной, хотя работа Бойля, Гука и Мэйо значительно приблизила ее успешное выполнение. Корпускулярная философия, с ее исключительно жесткими механико-математическими схемами, фактически не могла быть применена к химии до тех пор, пока ее количественные черты не были предварительно хорошенько уяснены.

Поиски химических законов

На протяжении большей части XVIII века направление прогресса химии должно было идти по совершенно иным линиям. Вместо попыток применения к химии рациональных принципов, основанных на механических системах, которые не могли охватить всего огромного многообразия химических явлений, познание должно было развиваться путем прогрессивной рационализации первоначально магических и анимистических идей. Эти последние, будучи вначале неизбежно смутными, обладали, однако, гибкостью, которая позволяла химикам-практикам обобщить и систематизировать в нескольких общих словесных положениях все многообразие проводимых ими операций. Только после этого возможно было осмысленно применять физические пробы—измерение и вычисление. Великий прогресс XVIII века должен был свести круг химических проблем к одной, центральной, а именно—проблеме горения, или деятельности духа огня. Вопрос состоял в следующем: что случалось с горючими веществами, когда они сжигались в воздухе? Очевидным ответом было, что они исчезали в пламени и дыму и оставляли золу. Хотя эта картина не вызывала возражений в отношении дерева и масел, ее не легко было распространить на другие вещества, вроде металлов, которые на воздухе разрушались или ржавели. Имели ли эти явления что-нибудь общее между собой и какова была во всем этом функция воздуха?

Некоторые ответы на эти вопросы были даны уже в XVII веке. Жан Рей в 1630 году^{4, 83} и Мэйо в 1674 году^{4, 68} установили такие факты первостепенной важности, как то, что металлы при нагревании на воздухе увеличивались в весе и что сам воздух содержал некий «селитряный воздушный спирт», который обеспечивал поддержание как огня, так и жизненно необходимого дыхания. Однако все это были только отдельные провозвестники, неспособные сколь угодно серьезно воздействовать на общий ход химической мысли (стр. 260).

Доктрина флогистона

В самом деле, развитие этой мысли явно шло в противоположном направлении, склоняясь к той точке зрения, что все горючие вещества содержат некую субстанцию, которую утрачивают при горении. Эта субстанция, игравшая ту же роль, какую у арабов и сторонников Парацельса играла сера, была вновь воскрешена Бехером (1635—1682) и его учеником Шталем (1660—1734), окрестившим ее *флогистоном*, началом флокса, или пламени, хотя теория флогистона в общих чертах сложилась только к середине XVIII века. Тела, содержавшие большое количество флогистона, горели хорошо; тела, которые не загорались, являлись дефлогистированными. Тело с большим количеством флогистона, подобно углю, могло передавать его тому, которое его потеряло, как, например, железной руде, и, насытив ее флогистоном, превратить в блестящее металлическое железо. Уже с самого своего зарождения эта теория вызывала возражения. Указывалось, что флогистон не был субстанцией. Он по самой сущности своей представлял собой нечто противоположное субстанции, ибо не имел массы. Но, как мы уже видели (стр. 335), идея невесомой жидкости не содержала в себе ничего необычного: ведь тот же самый характер имели и электричество, магнетизм и теплота, реальность которых не ставилась под сомнение. Даже когда было установлено, что при утрате флогистона некоторые тела действительно становились тяжелее, это обстоятельство было отнесено за счет либо вторичного прироста веса из воздуха, либо за счет того, что флогистону была по самой его природе присуща легкость.

Рассматривая теорию флогистона с точки зрения ее непосредственного преемника—теории горения как процесса окисления,—мы склонны считать ее абсурдной; фактически это была исключительно ценная теория, хорошо согласовавшаяся с множеством различных явлений химии. Она оказалась хорошей рабочей основой для лучших химиков середины XVIII века, и многие из них упорно придерживались ее до самого конца; в числе таких твердых сторонников этой теории был Джозеф Пристли—человек, эксперименты которого должны были ниспровергнуть ее (стр. 295).

Логика флогистона

Центральным вопросом, вокруг которого вращалась эта теория, была универсальность противоположных процессов *флогистации*—*дефлогистации*. Таким образом, она объединяла сходные процессы и разделяла несходные. С точки зрения противников этой теории дефлогистация представляла собой не устранение метафизической субстанции—флогистона, а добавление материальной субстанции—кислорода, то есть *окисление*; а флогистация была процессом устранения его *восстановлением*. Для прогресса химии было необходимо, чтобы критерием служила проверка взвешиванием. Сейчас, в XX веке, мы можем позволить себе снова пересмотреть эту идею и вернуться к флогистону как к веществу, хотя и очень легкому; на современном языке о нем можно было бы говорить как об электронах. Те вещества, которые имеют избыток легко устранимых электронов, подобно водороду, металлам или углю, являются теми, которые считались богатыми флогистоном; те, в которых наблюдается точное равновесие электронов, подобно солям и кислотам, являются дефлогистированными; а вещества, которые жадно поглощают электроны, как, например, кислород, рассматривались как крайне дефлогистированные. Неудача теории флогистона объяснялась не внутренней ее нелогичностью, а тем, что в том виде, в каком она существовала, ее нельзя было примирить с материальными фактами. Нужно было перевернуть ее с головы на ноги, так чтобы флогистация стала восстановлением, а дефлогистация—окислением. Толчок к такому перевороту должен был прийти не со стороны традиционной химии, а из другого источника—из изучения газов.

Революция в химии газов. Дикие и неукротимые духи. Ван-Гельмонт

В середине XVIII века перегонные кубы не представляли уже собой какого-либо новшества, и интересоваться стали теми продуктами химических процессов, которые не могли быть осаждены в конденсаторе,—«дикими неукротимыми духами» Ван-Гельмонта (стр. 240). Такие духи, привидения или газы («хаосы»), как он их называл, были хорошо известны на практике, в частности шахтерам, и начали привлекать к себе внимание ученых; то были предательские рудничные газы и «горящий воздух» рудников и болот, который можно было собирать в пузыри и сжигать. Имелась также смертоносная «мофетта» пещер и остаточные газы, образующиеся после взрывов в рудниках; подобные же газы можно было обнаружить на дне чанов в пивоварнях—они насмерть душили рабочих, которые случайно попадали в эти чаны.

Гейлс и трактовка газов

Именно из изучения этих газов был найден ключ к объяснению химических процессов. Достопочтенный Стивен Гейлс (1677—1761) в своем труде «Статика растений» уже в начале XVIII века показал, как собирать газы, образующиеся над водой, и измерять их объем. Позднее Пристли и Кавендиш даже с еще большим успехом собрали газы, образующиеся над ртутью. Следующей задачей было уяснение того факта, что газы эти не были просто воздухом, но *качественно* от него отличались. После этого необходимо было только применить к различного рода газам тот же количественный подход, который был применен Бойлем к превращениям твердых веществ.

Проверка взвешиванием. Сохранение материи

Существенным достижением являлось распространение идеи взвешивания химических веществ, подвергавшихся превращениям, на *все* продукты превращения, не ограничиваясь, как это делали старые пробирщики, взвешиванием только исходного материала. До тех пор, пока газы, вступающие в реакцию или являвшиеся ее результатом, не были взвешены или измерены, было явно невозможно приравнять все компоненты химических опытов до и после реакции. То, что они были равны, было впервые отчетливо сформулировано Ломоносовым (стр. 286) в 1774 году как принцип сохранения материи, однако работа его не привлекла к себе внимания, и утвердить этот принцип как основной закон естествознания предстояло в 1785 году Лавуазье, который, что весьма любопытно, вывел его на основе изучения процессов брожения.

Джозеф Блэк. Связанный воздух

Первый шаг в новой, количественной химии газов был сделан шотландским врачом Джозефом Блэком, интерес которого возбудили первые лекции по химии д-ра Куллена в Глазго. Блэк написал свою докторскую диссертацию в 1754 году на тему «Эксперименты над белой магнезией, негашеной известью и некоторыми щелочными веществами» в поисках нового и не слишком сильного средства для лечения камней в печени, этой преобладавшей в XVIII веке среди алкоголиков болезни. Палата общин проголосовала за присуждение Джоанне Стефенс премии в 5000 ф. ст. за открытие такого средства, которое, как оказалось, состояло из кальцитовых (известковых) ракушек улиток, смешанных с медом.

Блэк выделил и взвесил газ, выделявшийся при нагревании такими углекислыми солями, как известь или магнезия. Он назвал его «связанным воздухом», потому что мог растворять его в известковой воде и таким образом восстанавливать первоначальный углерод без потери веса. Тем самым он показал, что газ может являться составной частью твердого тела, что он строго материален и не содержит ничего мистического.

Джозеф Пристли и открытие кислорода

Следующим серьезным шагом в своем прогрессе химия была обязана Джозефу Пристли (стр. 295). Составляя по совету Франклина историю электричества, Пристли проделал известные эксперименты с электрическим разрядом в воздухе, которые перенесли его из области физики в сферу химии. Для тех ранних дней химии характерно, что подлинные успехи в ней были осуществлены не химиками. Химики знали слишком много, на все у них были готовые теории; и выдвижение глупых или разумных объяснений выпало на долю физиков, которые ничего в этой области не знали.

Пристли ухватился за мысль о существовании не одного только вида воздуха. Он экспериментировал со всеми газами, какие только мог найти, и получил много других. Первым его успехом явилось изготовление *содовой воды*, содержавшей связанный воздух в растворе. За это изобретение ему была присуждена высшая награда Королевского общества—медаль Коплея. Хотя вода эта и не оправдала возлагавшихся на нее надежд как средство для излечения цынги, этого бича длительных океанских путешествий, она сохранила свои собственные ценные качества, явившись первым новым товарным продуктом химии газов.

Один из газов, полученный Пристли путем нагрева красной окиси ртути (*mercurius calcinatus per se*), он решил назвать «дефлогистированным воздухом», поскольку газ этот имел большее сходство с флогистоном, чем обычный воздух, ибо вещи горели в нем лучше, чем в воздухе. Это было то, что мы сейчас называем *кислородом*, и открытие его в 1774 году явилось кульминационным пунктом того, что по справедливости может быть названо революцией в химии газов. Примерно в то же время кислород получил также и Шееле в Швеции. Он был значительно лучшим химиком, чем Пристли, однако его больше интересовал

анализ, чем теоретические проблемы химии, и поэтому открытие им кислорода не дало для решения основных проблем того, что могло дать. Пристли показал, что как при горении, так и при дыхании потреблялся дефлогистированный воздух (или кислород). Он также показал, что на солнечном свете зеленые растения фактически выделяют из поглощаемого ими связанного воздуха, или углекислого газа, кислород. Таким образом, он в принципе разрешил основную проблему углеродного цикла—из атмосферы через растения и животных и обратно в атмосферу. Однако он не понял до конца всего значения своих открытий, и восполнить этот пробел предстояло Лавуазье с его гораздо более логическим и последовательным складом ума.

Ниспровержение теории флогистона

Подобно Пристли, Лавуазье пришел к химии через физику (стр. 296). Однако в отличие от Пристли он не разбрасывался на пространные качественные эксперименты, а поставил себе ограниченные и определенные задачи—исследовать механизм горения в воздухе, что, как он хорошо понимал, имело решающее значение для теории химии. Его работа от начала до конца имела систематичный и *количественный* характер. В 1773 году, уже хорошо представляя себе важность новой химии газов и, в частности, доказательства материальности воздуха, он задался целью использовать его для «осуществления революции в области физики и химии». Позднее, услышав об открытии Джозефом Пристли кислорода, он сразу же понял его значение и сумел доказать, что только кислород обеспечивает горение, которое представляет собой не что иное, как добавление кислорода, или, как он первоначально его назвал, *окислительного начала*, окислителя—слово, которое он специально для этого изобрел. Данное открытие коренным образом противоречило теории флогистона, однако он ни на минуту не поколебался обрушиться на нее, опровергнув все ее аргументы и перевернув эту теорию, подобно тому как это сделал Маркс с гегелевской философией, с головы на ноги (стр. 576)^{5.52}.

Химические элементы

Лавуазье показал, что все прежде считавшиеся хаотическими явления в химии могли быть систематизированы и сведены в закон сочетания элементов, старых и новых. К уже установленному списку элементов, в том смысле, как их понимал Бойль, а не Аристотель (стр. 260), то есть к углероду, сере, фосфору и всем металлам, он добавил свой, новый—кислород, который вместе с *водородом* входил в состав давно известного элемента—воды, а также и другую компоненту воздуха—не поддерживающий жизни азот, или, как мы его называем, *нитрогениум*. В соответствии с этой новой системой химические соединения делились в основном на три категории: соединения кислорода с не металлами, представляющие собой *кислоты*; соединения кислорода с металлами, представляющие собой *основания*, и сочетание кислот и оснований, или *соли*. Лавуазье раз и навсегда покончил со всей освященной временем номенклатурой, основанной на методах изготовления или воображаемых сходствах: винное масло, растворяющее винный камень (Oil of tartar per deliquium), свинцовый сахар и т. д. и вместо них ввел те термины, которые употребляются нами и поныне,—карбонат калия, ацетат свинца и т. д. Этот шаг уже сам по себе знаменовал распространение на химию того же самого рационализирующего процесса, который был применен в отношении физики в начале XVII века, и также исходил из упрощенной номенклатуры, введенной Линнеем в его ботанической классификации (стр. 357).

Сам Лавуазье, однако, продвинул этот процесс еще на один шаг вперед; используя быстро накапливавшиеся сведения о *количествах*, в которых сочетались различные твердые вещества, он распространил их на вновь открытые газы и с помощью своего закона сохранения материи привел химию к количественному выражению, в которое входили одни только элементы. Таким обра-

зом, он одним махом превратил химию из серии самостоятельных рецептов, подлежавших изучению один за другим, в общую теорию, основываясь на которой можно было не только объяснить все предшествовавшие явления, но также и количественно предсказывать новые. Лавуазье был скорее законодателем в химии, чем последовательным химиком; он брал основные моменты и представлял другим, таким как Бертолле (1748—1821) и Рихтер (1762—1807), задачу изучения характера химического сродства или точные пропорции, в каких фактически соединяются химические вещества.

Примат химии

Успех Лавуазье в осуществлении революции в химии вызвал огромный энтузиазм. Появляло революцией, и новая химия, теперь так тесно связанная с физикой, скоро привлекла к себе некоторые из самых выдающихся умов того времени, помогла Франции занять господствующее место в мире науки, которое она продолжала занимать на протяжении почти полувека.

Интерес к химии нашел свое отражение в промышленности, а промышленность в свою очередь снабжала химию новыми веществами и ставила перед ней новые проблемы. Изучение Шееле красящего стекло минерала, марганца, привело к открытию в 1774 году хлора. Бертолле в 1784 году нашел для него применение в отбелке, а Мак-Грегор, вдохновленный своим зятем Уаттом, впервые применил его в массовых масштабах в растущей льняной промышленности Глазго^{5,4}. Другими крупными промышленными достижениями химии было производство Ребуком серной кислоты (1746), применявшейся вместо снятого молока при побелке, а также получение соды из соли вместо дорогостоящих бурой водоросли и бариллы^{5,4}, которые применялись в процессах Кейра (1735—1820) в 1769 году и Леблана (1742—1806) в 1790 году. Хотя сам Леблан умер в бедности, изобретенный им процесс был усовершенствован по прямому приказу Наполеона, и успехи его избавили Францию от необходимости импортировать соду из стран, подвластных Англии. Все эти процессы сыграли существенную роль в огромном росте продукции текстильной промышленности, который был основным фактором промышленной революции и опередил известное снабжение растительными продуктами. Даже там, где, как в этих случаях, процессы возникали из традиционной теории или из флористики, удача их и предвкушение грядущих успехов стимулировали изучение химии и привели к охотному признанию новых рациональных доктрин.

Химия пищеварения и дыхания

Другим вкладом Лавуазье в науку явилось претворение им качественных представлений Пристли о химическом характере жизненных процессов в количественное их выражение, что сделало его отцом количественной физиологии. С помощью ряда великолепно задуманных и проведенных экспериментов он смог показать, что живой организм действовал точно таким же образом, как и огонь, сжигая содержащиеся в пище вещества и высвобождая энергию в виде тепла. Впервые мог быть установлен общий химический баланс организмов и до конца раскрыто подлинное значение механизмов дыхания и кровообращения, открытых Гарвеем почти за 200 лет до того.

Дальтон. Атомистическая теория

Следующий решающий шаг в понимании химии был сделан двадцатью годами позже Джоном Дальтоном (1766—1844), ткачом-квакером и школьным учителем в Манчестере. Подобно Пристли и Лавуазье, он был не только химиком, но и физиком и метеорологом. Он обращался с газами, как с упругими жидкостями, и, исходя из ньютоновых начал, пытался объяснить их свойства взаимным отталкиванием *атомов*. Это заставило его задуматься над возможными соотношениями атомов в различного рода газах и таким образом найти объяснение законов соединения элементов в группы с весами, кратными

определенным числам, которые постепенно вытекали из анализа таких новых газов, как закись азота, окись азота и перекись азота (которые мы вслед за Дальтоном обозначаем N_2O , NO , NO_2). Такие обозначения явились простым следствием предположения, что все химические соединения складывались из атомов, причем атомы различных родов распределялись попарно, по тройкам и по четверкам.

Кристаллография. Гаюи

Другие закономерности, как, например, закономерности, относящиеся к кристаллам, также подсказывали объяснение их с точки зрения атомистической гипотезы. В XVII веке Стено показал неизменность углов между гранями кристалла. Гюйгенс понял, что это предполагало построение кристалла из идентичных молекул, нагроможденных подобно дробин, или, как говорил Ньютон, «построенных в шеренгу». Однако обобщить все эти наблюдения и показать, каким образом молекулы могли соединяться в различного рода кристаллы, выпало в 1800 году на долю скромного французского аббата Гаюи. Позднее Митчерлих (1794—1863) нашел, что подобные соединения имели почти идентичные формы кристаллов, так что новая наука—кристаллография смогла стать полезным помощником химии.

Электролиз. Гемфри Дэви и Фарадей

Другого помощника ей предстояло найти себе в электричестве. Было обнаружено, что открытый электрический ток (стр. 338) разлагал не только воду, но и соли. Дэви в 1807 году получил новые металлы—натрий, калий и кальций—из прежде неразложимых щелочей и земель, завершив, таким образом, схему Лавуазье и подразделив все элементы на металлы и не металлы. Было найдено, что атомы металлов были заряжены положительно, а не металлов—отрицательно. Фарадей фактически показал, что скорость перемещения атомов в растворах пропорциональна их эквивалентным весам, а это, конечно, логически приводит к концепции единого общего атома электричества—того, что мы сейчас называем электроном. Однако этот последний шаг заставил себя ожидать еще 70 лет—так сильны были еще предрассудки против приписывания жидкости атомистического строения.

Неорганическая химия и минералы. Берцелиус

Теория электричества обеспечила простое объяснение того, каким образом соли образовались посредством взаимной нейтрализации положительных и отрицательных зарядов, а это привело, в частности в руках выдающегося шведского химика Берцелиуса (1779—1848), к определению в первой половине XIX века состава большинства видов неорганических соединений и минералов.

Новая нетрадиционная химическая промышленность, возникшая в XVIII веке, теперь быстро росла под воздействием двойного стимула—со стороны нового знания и со стороны колоссально возросших потребностей других отраслей промышленности, особенно господствующей текстильной промышленности. Однако она все еще практиковалась в таких учреждениях, небольшие размеры которых позволяли осуществлять тесный контакт между учеными и промышленниками даже в тех случаях, когда обе эти категории не объединялись в одном лице. Новая промышленность явилась связующим звеном между химиком-минералогом, заинтересованным в первую очередь в исследовании руд, и аптекарем, которого интересовали растительные и животные продукты.

Органическая химия. Дюма и фон Либих

Таким образом, химии была впервые обеспечена прочная и постоянная экономическая база, значительно шире и лучше снабженная, чем лавка фармацевта прошлого, и на основе этой базы стало возможным проникать в более труднодоступные области органической химии. Тем не менее, несмотря на изо-

бретательность и способности работающих в этой сфере людей, прогресс оказался очень медленным. Фактически извлечение и очищение самых простых органических веществ, таких, как масла, углеводы и растительные кислоты, осуществлялись довольно легко; так же обстояло дело и с их анализом в выражениях вновь познанных элементов—углерода, азота, кислорода и водорода. Однако сами по себе полученные цифры говорили весьма немного—необходим был новый вид их интерпретации.

Это стало работой новых химиков, сначала во Франции, где в этой области работали Гей-Люссак (1778—1850), Лоран (1808—1853), Герхардт (1816—1856) и Дюма (1800—1884); затем в Германии—фон Либих и Вёлер (1800—1882). Либих больше кого-либо другого способствовал воскрешению главенствующей роли Германии в химии после почти 70 лет французского господства. Его лаборатория в Гисене должна была стать образцом для современной химической учебной и научно-исследовательской лаборатории. Постепенно из изучения более простых веществ—жиров, жирowych кислот и спиртов—начали возникать идеи о *структуре* вещества. После скандала на балу, где новые патентованные свечи, отбеленные хлором, издавали ужасное зловоние, Дюма, которому было поручено расследовать этот случай, нашел, что хлор может замещать водород, и пришел к общей теории *замещения*. Отсюда вытекала теория *типов* молекул, подобных спиртам, имевших какую-то общую для всех них часть, а затем *радикалов*, отделившихся частей, подобных метилу или бензолу, которые могли играть роль атомов.

Такая структура, конечно, могла быть просто аддитивной, хотя уже в 1823 году фон Либих нашел случай *изомерии*—двух веществ с одним и тем же составом, но различными химическими свойствами. Это явно указывало на какое-то различие во внутреннем устройстве молекулы, однако подобные идеи наталкивались на решительный отпор, главным образом по причинам метафизического и философского порядка. Гипотеза наличия атомов была неприемлемой для большого числа ученых. Некоторым казалось, что она выходила далеко за пределы того, что показывал опыт; другим казалось, что она имела душок радикального деизма. Многие противились тогда убеждению, что вещества, образуемые живыми организмами, можно получить лабораторным способом.

Закон Авогадро

Органическая химия могла бы остаться ограниченной коллекцией распознанных веществ с формулами, определяющими их массу, а также реакций, направленных на превращение одних видов в другие, если бы не получила двух толчков со стороны физики. Первым из них послужило признание закона, первоначально высказанного Авогадро (1776—1856) еще в 1811 году, но не получившего признания вплоть до того времени, когда он вновь был сформулирован Каниццаро (1826—1910) в 1860 году. Этот закон, устанавливающий, что при одинаковых условиях одинаковые объемы всех газов содержат одно и то же число молекул, дал возможность правильно определить число каждого рода атомов, содержащихся в молекуле.

Асимметричные молекулы. Пастер

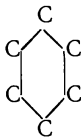
Вторым открытием явилось разложение виноградной кислоты на две компоненты, одной из которых была обычная винная кислота, другой—вещество, химически идентичное ей, но отличающееся от нее по своим физическим свойствам. Это открытие, которое должно было иметь первостепенное значение для науки XIX века, было сделано в 1848 году Пастером, в то время молодым человеком 25 лет^{5.3}. Он показал, что молекулы, полученные в результате обычного лабораторного опыта, в отличие от молекул, полученных естественным путем, не обладают свойством вращения плоскости поляризации света. Первые состоят из двух родов молекул противоположных конфигураций, левовращающих

и правовращающих, находящихся в одинаковом числе; вторые содержат только один род молекул.

Из этого важнейшего наблюдения вытекали два различных вывода. Первым из них было, что молекулы обладают формой, имеющей три измерения, иными словами, что их можно представить себе как твердые системы. Вторым, что природа, очевидно, созидала молекулы способом, отличным от способов, применявшихся химиками того времени, и, наконец, что в организмах должны существовать определенные химические структуры, являющиеся, скажем, правовращающими, а не левовращающими. Сам Пастер следовал в направлении, указанном второй гипотезой, что поставило его в ряды основателей современной биохимии, а позднее и бактериологии.

Кекуле и бензоловое кольцо. Валентность

Будущее органической химии лежало в направлении второй гипотезы, хотя процесс ее развития протекал попрежнему очень медленно. Идея о том, что молекулы могли быть изображены как системы атомов в пространстве, была логически разработана блестящим немецким химиком Кекуле (1829—1896), которому в 1865 году, в то время как он сидел на крыше лондонского омнибуса, пришла в голову идея, что молекула бензола C_6H_6 содержала кольцо из шести атомов углерода:



С этого момента недостаточно уже было давать числу атомов в молекуле вещества просто бухгалтерское определение, но необходимо было указывать с помощью какого-то чертежа—что представляло собой понятие архитектора,—как они были расположены, для чего необходимо составить их *структурную* формулу. Таким образом, Кекуле обеспечил еще одно решающее доказательство справедливости постепенно пробуждавшейся идеи о том, что различные виды атомов характеризовались числом связей, в которые они могли вступать с другими атомами. Водород имел одну, кислород две, азот три, углерод четыре таких связи, или *валентности*.

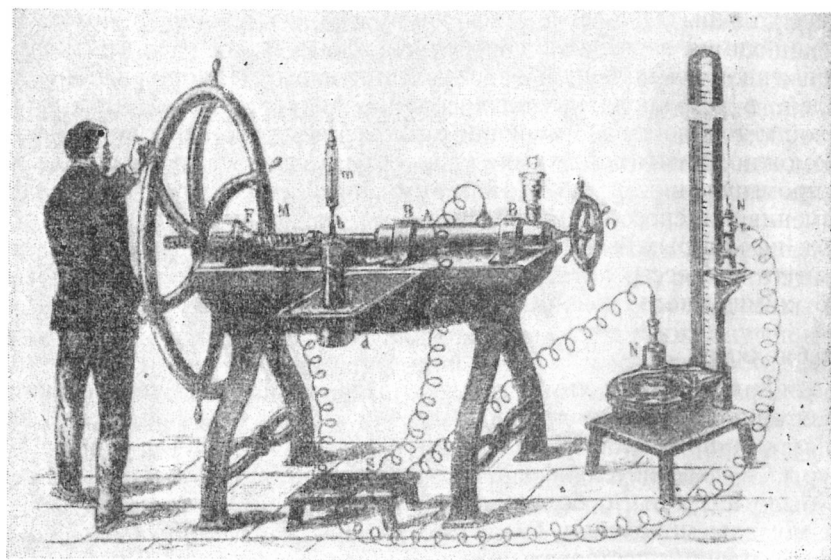
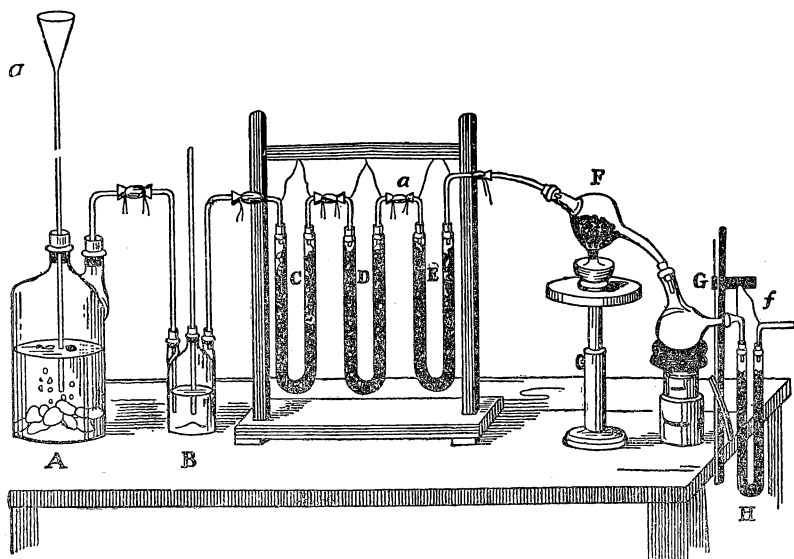
Вант-Гофф и Ле-Бель. Стереохимия

Только 12 годами позже Вант-Гофф (1852—1911) и Ле-Бель (1847—1930) одновременно поняли, что четыре валентности углерода не могут находиться в одной плоскости, а должны выступать в пространстве, и таким образом дали возможность объяснить две различные, правую и левую, конфигурации, открытые Пастером за 25 лет до того. С этого момента трехмерная структурная органическая химия становится отраслью прикладной геометрии, и появляется возможность как анализировать, так и синтезировать весьма сложные соединения.

Синтетические краски и немецкая химическая промышленность

Однако даже еще несколько раньше органическая химия прочно утвердилась на практике. Почти случайно Перкин (1838—1907), пытаясь найти заменитель для хинина, открыл в 1856 году первый искусственный анилиновый краситель, фуксин, причем одновременно нашел и применение для продуктов газовой промышленности—каменноугольной смолы, или дегтя. Но в Англии химией попрежнему занималось только небольшое число любителей и даже еще меньшее число академических факультетов в университетах, в то время как химическая промышленность гордилась своим «практическим» характером. Открытие Перкина, оставшееся в Англии без внимания, было немедленно

подхвачено более благожелательными к науке директорами новой немецкой промышленности, и быстро накапливавшиеся прибыли от продажи синтетических красителей послужили основой для создания новой колоссальной,



Р и с. 14. Химия и физика XIX века.

a (вверху)—аппарат Берцелиуса и Дюлонга для анализа состава воды с помощью пропускания водорода над окисью меди; *б* (внизу)—ожижение кислорода Кайе, 1877 год. Газ сжимается с помощью винтового насоса и сжигается в охлажденной трубке при падении давления.

Из G. r a h a m, Elements of chemistry, 1850 год.)

господствующей немецкой химической промышленности. Эта последняя, хотя первоначально она и являлась вспомогательной отраслью текстильной промышленности, должна была благодаря способности производить азотную кислоту, использовавшуюся для производства новых взрывчатых веществ, дать материальные ресурсы для первой и второй мировых войн.

Химик, в частности химик конца XIX века, действительно представлял собой новый тип ученого, гораздо теснее связанного с промышленностью, чем ученый-физик более раннего периода. Вытекавшее отсюда стремление отождествить науку с интересами промышленности было одним из главных факторов в общем сглаживании научной полемики, и в первую очередь радикальных научных взглядов конца XIX века.

С чисто научной точки зрения, однако, установление молекулярного строения с помощью органической химии представляет собой одно из величайших логических достижений человеческого ума. Решающие шаги были сделаны очень небольшим числом людей, но за ними последовало огромное число химиков, которые, используя логику химических превращений, смогли представить себе самые сложные расположения атомов в пространстве и фактически производить вещества, имеющие это расположение, доказывая тем самым с помощью синтеза то, что было ранее установлено посредством анализа. Таким путем органическая химия выросла в почти независимую от физики дисциплину со своими собственными закономерностями и собственной методологией.

Физическая химия

Это, однако, не относилось ко всей химии в целом, и в частности к ее неорганическому аспекту, где интерес ученых постепенно переходил от действительного строения веществ к их поведению при вступлении в реакцию друг с другом, к влиянию теплоты и к таким вопросам, как растворение, кристаллизация и электролиз. Из этих проблем выросла новая отрасль химии, превратившаяся в конце концов в новую науку—*физическую химию*. Это была первая гибридная наука, и ей предстояло стать прообразом других «мостовых» наук, которые в XX веке должны были связать всю науку в одно эффективное целое. Значение физической химии заставило себя почувствовать с того момента, когда начались попытки промышленной эксплуатации новых месторождений минеральных солей, в том числе крупных соляных месторождений Штассфурта; без этой новой методологии экономичное разложение солей на их компоненты было бы невозможно. Физическая химия явилась базой для всех новых отраслей химической промышленности, таких, как аммиачный способ получения соды (Сольвей), заменивший способ производства соды, найденный Лебланом, и процессы катализа, на которых было основано производство серной кислоты и аммиака. Это были те процессы, которые должны были явиться главной основой величайшего химического монополистического концерна в Англии.

Ранняя биохимия

Новая органическая химия должна была сыграть и другую существенную роль в истории науки: она должна была привести к более полному пониманию биологических процессов. Фактически без знания законов соединений и типов структуры, в действительности встречающихся в биологических системах, нельзя было и думать о более глубоком понимании этих процессов, чем то, которое мог дать микроскоп. Развитие органической химии в XIX веке должно было логически предшествовать всякой попытке сформулировать фундаментальную биологию.

Основные черты животного и растительного метаболизма, в той мере, в какой это касалось углерода, водорода и кислорода, то есть в той мере, в какой животное может рассматриваться как тепловая машина, были установлены еще в XVIII веке; однако должна была пройти значительная часть XIX века, прежде чем была выяснена не менее важная роль азота. Показать, какой род питания—а именно азот, фосфаты или соли—получали растения из земли, было делом Либиха. Великий *круговорот* веществ в природе, такой, как, например, круговорот азота—из растений, через животных и обратно в почву,—был обнаружен и прослежен даже в воздухе, через посредство азотфиксирующих бактерий. От всего этого было очень далеко до понимания

функций, выполнявшихся этими неорганическими веществами в организме. Одно дело изучать свойства, главным образом полезные с точки зрения промышленности, веществ, полученных из некогда существовавших (once-living) источников; совсем другое—проследить эти свойства в их превращениях в процессе метаболизма. Вот почему органической химии потребовалось так много времени для того, чтобы стать биохимией. Тем не менее по мере приближения к концу века внимание химиков начало переключаться с приносившей непосредственную выгоду синтетической химии производства красителей на более детальное изучение структуры органических веществ естественного происхождения. Это особенно отчетливо проявилось в выдающемся труде Эмиля Фишера (1852—1919) о сахаре и жизненной материи—протеинах, которые, как он смог показать, состояли из цепей значительно более простых соединений—аминокислот. Здесь же, как побочный продукт промышленности красящих веществ, было заложено начало новой химической фармакологии путем создания таких лечебных средств, как сальварсан Эрлиха (1854—1915)—для лечения сифилиса, и препарат 206 Байера—от сонной болезни, явившихся провозвестниками торжества химиотерапии в следующем столетии (стр. 490 и далее).

9.5. БИОЛОГИЯ

С развитием физики на всем протяжении XVIII и XIX веков и, как мы ниже покажем, взаимодействуя с ней в ряде моментов, складывался обновленный взгляд на научное понимание живых существ. Корни этого взгляда уходят далеко вглубь классических времен, в естествознание Аристотеля и в физиологию Галена. После длительного перерыва, когда интерес к природе носил чисто формальный и моральный характер, символом чего явились коллекции животных и трав, вновь возродился интерес к усиливающемуся натурализму в живописи позднего средневековья и эпохи Возрождения, которому чудеса и предвкушаемые богатства Нового Света придавали особую прелесть. В XVI и XVII веках анатомия и физиология, как мы уже видели, претерпели революционные преобразования, и первые микроскопы открыли «новый свет» иного рода—мир очень малого (стр. 258).

Однако к концу XIX века живой интерес пионеров XVII столетия к биологии, так же как и к физике, превратился, с одной стороны, в дилетантские забавы курьезами естественной истории и, с другой стороны, был поставлен на службу педантичной медицине, включавшей в себя также изучение ботаники и зоологии, в первую очередь как источника получения лекарств. Этот период дискурсивного наблюдения явился, однако, необходимым этапом в истории биологии—науки, несравненно более богатой деталями, чем физика и даже химия, а следовательно, и такой, которая требовала накопления, изучения и классификации огромного количества фактов, прежде чем можно было как-то осмыслить их,—задача, решение которой потребовало свыше 200 лет.

Главными побудительными мотивами, определившими направление биологических интересов, а вместе с ними и прогресса биохимии, на протяжении XVIII и XIX веков были, во-первых, проблемы географических исследований, предпринимавшихся главным образом в надежде на обнаружение и эксплуатацию новых продуктов природы; во-вторых, потребности пробуждавшейся медицины с ее упором на физиологию и анатомию; в-третьих, требования и задачи аграрной революции, которая сопутствовала переходу от традиционного натурального хозяйства к товарному; и, наконец, потребности широко развернувшейся промышленности, в том числе текстильной, а также производства продуктов питания и напитков, в значительной степени зависевшего от наличия животных и растительных продуктов и по самим масштабам своей деятельности неспособного уже опираться на традицию. Все эти интересы сталкивались и переплетались друг с другом. Первые два побудительных

мотива существовали на протяжении всего рассматриваемого периода, хотя значение географических исследований постепенно упало, а значение медицины соответственно возросло. Научное сельское хозяйство зародилось только в конце XVIII века, а промышленная биология—только в середине XIX века.

По сравнению с проблемами, которыми занимались физика и химия, где, как мы видели, имелся строго определенный круг вопросов, поставленных развитием самой промышленности, исследования в области биологии носили несистематический и чуть ли не случайный характер. Поскольку здесь было меньше возможностей достижения прогресса с помощью процессов, имеющих практическую пользу, биология по необходимости была больше подвержена воздействию идейных течений, находившихся вне пределов науки, и в частности на протяжении всего периода—влиянию ожесточенной религиозной и антирелигиозной борьбы, которая, перевалив через великий водораздел Французской революции, в различных формах сотрясала как XVIII, так и XIX век.

Обоснование божественного управления, утерянного среди небесных сфер, верующие надеялись найти в одушевленном мире. Рационалисты, наоборот, надеялись изгнать дух из вселенной, доказав механическую деятельность вещества в явлениях жизни, и раз и навсегда ниспровергнуть все наивные мифы Ветхого завета о сотворении мира. Естествоиспытатели обоих направлений ревностно изучали природу, чтобы накопить побольше убедительных доказательств того, что, по их твердому убеждению, должно было быть единственно правильным взглядом. Религиозные предубеждения уже не могли помешать научным изысканиям, однако они смогли, по крайней мере до тех пор, пока не восторжествовал дарвинизм, задержать их самые очевидные выводы. Приходилось бороться за каждый дюйм пути к рациональному истолкованию мира живых существ, и единственным утешением служит то, что, быть может, именно по этой причине, хотя для окончательного утверждения такого истолкования и потребовалось больше времени, оно было лучше понято.

Именно в биологии, больше, чем в физике, хотя и меньше, чем в области общественных наук, люди принимали, часто одновременно, как конкурирующие друг с другом банальные глупости, так и чудесное. С одной стороны, все в природе, совершенно очевидно, является естественным—не нужно никакого объяснения причин того, что трава растет, а львы рычат. Это заложено в самой их природе; они всегда так поступали и всегда будут так поступать. Если, наоборот, опираясь на свидетельство ископаемых или традиционный миф о сотворении, признать, что мир, каким мы его знаем, был некогда иным, то в таком случае нам будет гораздо легче поверить, что он возник как бы по мановению волшебной палочки или самое большее был сотворен за семь дней, причем совершенно из ничего, чем пытаться шаг за шагом проследить его происхождение из чего-то нам незнакомого и даже не отличающегося сколь-нибудь радикально от того, что мы видим сегодня. Вплоть до 1859 года большинство практически и здраво мыслящих естествоиспытателей и геологов охотно готовы были, не испытывая при этом никакого интеллектуального неудобства, признать теорию всемирных катастроф, по сравнению с которыми всемирный потоп с Ноевым ковчегом показался бы совершенно незначительным инцидентом.

Во всяком случае, в силу самой своей сложности решающее обобщение биологии могло быть сделано только на основе самого широкого и интенсивного изучения живых существ, и это должно было стать в первую очередь задачей естествоиспытателей. В последующем мы сначала проследим развитие естественной истории и близкой ей науки—геологии до их кульминационного пункта в теории органической эволюции. При всей ее важности в истории человеческих идей эта великая теория была основана только лишь на внешней схожести и общем анатомическом строении живых и ископаемых организмов и имела лишь очень немного практических последствий. Другой подход, путем

изучения внутренней конституции организмов, больших и малых, начатый с помощью микроскопа и продолженный методами химии, был значительно более тщательным. К концу XIX века он начал подавать надежды на возможность принесения практической пользы в излечении болезней и выращивании урожая.

Естественная история и классификация природы. Линней

XVIII век был веком великих путешественников, коллекционеров и классификаторов. Идея классификации возникла из практической необходимости систематизации растений в ботанических садах, коллекций в кабинетах и, пожалуй, в еще большей степени—как следствие составления и публикации каталогов. Совершенно естественно, что каждый коллекционер и каждый составитель каталога по-своему представлял себе систематизацию своего материала, результатом чего явилась хаотическая мешанина имен и систем.

Только в середине XVIII века энергичный и обладавший систематизаторским складом ума молодой швед Карл Линней (1707—1778) (впоследствии получивший дворянское звание и переименовавший свое имя на фон Линне), сын бедного священника и чуть ли не самоучка, взял на себя, сначала без всякой посторонней помощи, задачу классификации всех животных, минералов и в особенности растений мира. В ботанике, наиболее ему знакомой, Линней с гениальной прозорливостью в выдающемся открытии Камерария (1665—1721), утверждавшего, что цветы являются половыми органами растений, увидел ключ для их классификации. Основываясь на количестве тычинок и некоторых особенностях пестиков, на которые до тех пор не обращалось внимания, Линней подразделил растения на классы и семьи. Для более подробных подразделений—родов и видов—он установил так называемую бинарную номенклатуру двойных названий, *Primula farinosa*, которая должна была обеспечить достаточное количество современных слов для того, чтобы каждое живое существо могло быть выделено из ряда других.

Пришло время для такой организации знаний, хотя бы даже и совершенно произвольной, ибо вначале она была немногим больше этого. Линней много путешествовал, немало коллекционировал и создал систематизированный ботанический сад в Упсале. Он скоро привлек к себе группу преданных ему учеников, путешествовавших по всему миру, чтобы завершить классификацию, и повсюду находил поклонников и подражателей. Линнеевское общество в Лондоне было основано в 1788 году. Основываясь на своей элементарной системе и несомненном владении материалом, Линней заставил весь ученый мир принять свою классификацию. С внесенными в нее позднее изменениями она сохранила свое значение для ботаники и зоологии до наших дней. С другой стороны, его классификация минералов, основанная на ненаучных принципах, что было неизбежно для того времени, скоро была отброшена и уступила место более рациональной системе, опирающейся на химию и кристаллографию.

К системе природы. Бюффон

Вооруженные этой системой естествоиспытатели, в какой бы части земного шара они ни находились, могли работать совместно, зная, что если они употребляют правильное название, то это значит, что они говорят об одном и том же организме, и тем самым они могли содействовать созданию общего каталога органических существ—процесс, продолжающийся и до наших дней. Вначале система Линнея была весьма негибкой; однако было возможно без сколько-нибудь существенного ее нарушения постепенно ее изменять, пока она не начала все больше и больше становиться системой природы, то есть, иными словами, до тех пор, пока виды, более сходные между собой, чем с какими-либо другими видами, не были объединены в один и тот же род, в то время как более крупные группы, роды и семьи отделялись друг от друга более существенными различиями.

Работа систематизаторов имела непосредственное и длительное практическое значение. С научной точки зрения, однако, внедрение ее имело еще более далеко идущие последствия. С этого момента становилось невозможным рассматривать естественную классификацию живых существ, не будучи вынужденным вспомнить о их взаимосвязях, которые заключались уже в самих используемых терминах, в названиях родов или отрядов и семей. Одним из первых, кто это понял, был Жорж Луи де Бюффон (1707—1788). Обладая блестящим умом и покладистым характером, он сделал больше, чем любой другой человек, для популяризации естественной истории как при французском дворе, так и среди поднимающейся буржуазии, представителем которой (правда, ему был пожалован королем Людовиком XV графский титул) был он сам. В 1739 году он был назначен хранителем королевского сада, ныне Ботанического сада, и превратил его в то, что в течение некоторого времени было крупным исследовательским институтом, где вдохновлялись и обучались многие биологи и химики Франции (стр. 296). В отличие от Линнея, у которого отсутствовали знания в любой другой области, кроме естественной истории, Бюффон был в действительности физиком и внес рациональные идеи ньютонова синтеза в область биологии; однако, возможно по той же самой причине, он ни в коей мере не был столь же терпеливым наблюдателем или ревностным классификатором. Он устанавливал моду в литературном изложении идей науки, и его смелые мысли о происхождении мира, растений и самого человека сделали его близким сердцу философов и творцов Французской революции.

В своем фундаментальном труде «*Système de la Nature*» («Система природы». — *Перев.*) Бюффон утверждал, что родство, лежащее в основе классификации животных и растений, было подлинным. В этом его поддержал Эразм Дарвин (1731—1802), о котором мы уже упоминали, как о ведущем члене «Лунного общества». Он был преуспевающим врачом в Личфилде, поэтом, популяризатором науки, а также вдумчивым и смелым теоретиком в биологии. Его «*Zoonomia*» («Зоономия, или законы органической жизни». — *Перев.*) представляла собой попытку проследить происхождение жизни от тончайшего волокна, от которого произошло все огромное многообразие наблюдаемых живых форм как следствие различных его реакций на различные внешние влияния. Поскольку Дарвин не мог ничего знать ни о внутренней структуре живой материи, ни о механизме ее реакций, идеи его были по необходимости умозрительными и скорее служили поддержкой *натурфилософской* школы романтиков в Германии (стр. 361), чем привели к каким-либо новым наблюдениям и экспериментам. И все же то, о чем он осмеливался думать, могли думать после него и другие с большими на то основаниями.

Если бы не пиетистская реакция против Французской революции, мысль о том, что все виды произошли от одного общего начала, была бы свободно принята в начале XIX века. Однако в XIX веке чуть ли не в большей степени, чем в XVII или во времена контрреформации, было необходимо придерживаться буквальных истин библейской притчи о сотворении видов, о сотворении животных и растений в соответствующие дни недели, так что на протяжении свыше 50 лет большинство естествоиспытателей прикладывали к своим микроскопам невидящий глаз и отказывались думать о значении системы природы.

Первые эволюционисты. Ламарк

Несмотря на это, отдельные люди все же продолжали думать над этими вопросами. Наиболее оригинальный из них, ботаник при королевском ботаническом саду Ламарк (1744—1809), смело выдвинул в 1809 году ^{1.14} теорию о том, что ныне существующие виды растений произошли от ранее живших путем приспособления, обусловленного их стремлением лучше гармонизировать с окружающей их средой. Жираф, видя растущие на высоком дереве листья, вытягивал свою шею, и это вытягивание было унаследовано его потомками. Идея эта показалась надуманной и мало кем разделялась, однако тем временем

продолжали накапливаться факты, подтверждавшие эту гипотезу и притом полученные не только от исследования живых организмов, но в еще большей степени в результате изучения ископаемых.

Умозрительная геология и сотворение мира

Изучение геологии поздно вошло в разряд наук. Это была по преимуществу полевая наука. Сидя в своем кабинете, коллекционер мог только изумляться странным произведениям природы. С другой стороны, шахтер был настолько занят мыслями о руде и о признаках ее присутствия в других горных породах, что у него обычно не было ни склонности, ни достаточного образования, чтобы сформулировать какие-либо общие теории в отношении структуры и истории земли. И тем не менее вместе с общим ростом интереса к природе, характерного для XVIII века, все большее число людей начинает задумываться над происхождением земли и ископаемыми. Действительно, даже с еще более ранних времен мысль о том, что находимые в горах раковины говорят, что здесь некогда было море, вели к размышлениям о древности жизни, хотя в прошлом от таких мыслей легко отмахивались, сваливая все на всемирный потоп. Путешествия и поразительные рассказы об иноземных вулканах и землетрясениях начинали порождать другую точку зрения, а именно, что мир был подвержен непрерывным катаклизмам, во время которых «подземный жар» заставлял земную кору трескаться. И споры между нептунистами, или сторонниками идеи всемирного потопа, и плутонистами, верившими в землетрясения, продолжали оставаться бесплодными упражнениями на протяжении всей последней части XVIII века.

Геттон и здравый смысл

Первый, кто радикально порвал с умозрительной геологией, был эдинбургский врач Геттон, близкий приятель Блэка и один из членов блестящей плеяды ученых и философов, превративших свой родной город в Северные Афины (стр. 294). В своем труде «Теория земли» (1795) Геттон высказал мысль, здравый смысл которой делал ее революционной, а именно — что геологические явления представляют собой продукт деятельности сил, которые продолжают действовать и поныне. Из своих путешествий по стране и из своего опыта фермера-практика он заключил, что долины были разрезаны реками, а равнины образовались из ила, который они несли с собой и который потом затвердевал, образовав горные породы. Он также понял, что массивные, не расслоенные горные породы Артурс Сит не могли быть отложениями рек, как это утверждал ярый нептунист Вернер (1749—1817), а были, очевидно, сложены из затвердевшей лавы какого-нибудь древнего вулкана. Эти взгляды были слишком рациональными для того, чтобы пережить реакцию против Французской революции, породившую школу геологов, сторонниками которой часто бывали члены монашеских орденов, повсюду выискивавшие доказательства божественного сотворения^{5 35}; однако совершенно искоренить взгляды Геттона им так никогда и не удалось.

Успех полевой геологии был обусловлен скорее опытом рытья каналов, чем узкими и в высшей степени локализованными профессиональными знаниями шахтеров. Уильям Смит (1769—1839), инспектор-практик, работавший на строительстве каналов, понял в процессе своей работы, что на всем пространстве Южной Англии слои, или пласты, земли лежали один на другом неизменными свитами, и он потратил большую часть своей жизни, нанося их выходы на первые геологические карты.

«Основы» Лайеля

Постепенно становилось все труднее и труднее поддерживать теорию катастроф, с помощью которой пытались объяснить, каким образом произошли отложения этих пластов. От нее просто отказались, когда Лайель в своих «Основах геологии»^{5,49} возродил гипотезы Геттона о деятельности сил природы

и создал свою униформистскую теорию, основанную на значительно более широких наблюдениях. Но если каждый пласт представлял собой отложение определенного возраста, то содержащиеся в нем различные ископаемые должны были принадлежать животным, жившим в то время, и эти ископаемые соответствовали совершенно иным формам жизни и даже свидетельствовали об определенной эволюции. Так, например, пресмыкающиеся встречались начиная лишь с мезозойских отложений, а млекопитающие—начиная с кайнозойского периода. Лайель, принимая в качестве логической необходимости неизменность видов, мог заключить только, что в каждую геологическую эпоху должна была быть создана совершенно новая фауна, которая затем в свою очередь вымирала. Совершенно очевидно, что все это заняло очень, очень много времени, так что становилось все труднее верить в библейский миф о сотворении мира, даже отбрасывая все его чудеса. И тем не менее в той атмосфере реакции, которая господствовала в начале XIX века, нужна была большая смелость, чтобы поставить его под сомнение.

Чарлз Дарвин и органическая эволюция

Но для того, чтобы окончательно разрушить чары древней религии, фактически было необходимо наличие подавляющих доказательств их несостоятельности, а также какого-то правдоподобного механизма для объяснения, каким образом различные виды животных могли произойти один от другого. Доказательство наличия такого механизма в форме естественного отбора должно было стать делом Чарлза Дарвина, внука Эразма Дарвина. Эта теория была типичным побочным продуктом середины викторианской эпохи. Она была создана человеком с независимыми средствами, который после путешествия вокруг света на корабле «Бигль»^{5.23} мог взяться за подробное и тщательное описание всех явлений живой природы в своем кабинете и саду в «Даун-хаузе».

При изучении распределения редких видов на изолированных островах, таких, например, как о-ва Галапагос, Дарвина особенно поразила проблема видов. Было очень заманчиво вообразить, что такие виды произошли от предков на материке и каким-то образом стали отличными от них—но как и почему? Не было ли это как-то связано с условиями их жизни, которые благоприятствовали усиленному развитию одних признаков по сравнению с другими? Он начал думать, что, быть может, условия конкуренции, существующие в экономической жизни человеческого общества, могут быть применены к миру животных. Несомненно, к его услугам имелась готовая теория, созданная для оправдания капиталистической эксплуатации. Жизнь, согласно попу Мальтуса (стр. 553), была борьбой, в которой выживали наиболее приспособленные, а богатство и общественное положение были наградой за проявленные в этой борьбе добродетели. Болезни и войны были средствами регулирования прироста населения до известного максимума, который могут обеспечить наличные запасы продовольствия. Если бы то же самое происходило в животных обществах, думал Дарвин, то те из животных, которые хотя бы немного изменялись в направлении приспособления к окружающим условиям и передавали бы это преимущество своим потомкам, таким образом, благодаря постепенной эволюции превратились бы в известные нам сейчас виды. «Голодные сороковые» годы представляли собой весьма удобное время для наблюдения за тем, как происходит это явление.

Естественный отбор

Дарвин, однако, был чрезвычайно осторожным человеком и не опубликовал этой идеи. Вместо этого он затратил почти двадцать лет на накопление подтверждающих ее фактов. Он черпал эти факты из всех областей естественной истории — из данных горных пород, показывавших постепенное развитие форм в предшествовавшие века; из того, как распространялись животные и растения на земном шаре, и, наконец, из изучения замечательных экспери-

ментов в области животноводства, проводившихся в XIX веке частично для улучшения пород, частично же для выведения чистокровных пород собак или голубей. Эти опыты дали ему примеры изменений столь же странных, как и те, которые происходили в ходе эволюции. И все же он, быть может, даже и тогда не опубликовал бы своей теории, если бы другой, и значительно более молодой путешественник А. Уоллес самостоятельно не пришел к идее эволюции видов в результате изучения распространения животных в Ост-Индии.

«Происхождение видов» и полемика об эволюции

Та бурная реакция, которая последовала за опубликованием «Происхождения видов», показала, насколько осторожным был скромный Дарвин, воздерживаясь от публикации своих идей. Даже в сравнительно передовые шестидесятые годы они должны были вызвать длительную и ожесточенную полемику. Однако полемика эта вращалась вокруг вопросов скорее теологического и политического характера, чем чисто научных проблем (стр. 371). В биологической науке она сыграла огромную освободительную роль, обеспечив объединяющий принцип для всей живой природы.

Тем не менее влияние, оказанное дарвинизмом на науку, было далеко не во всех отношениях благотворным. Он, безусловно, вызвал большой интерес к биологии и привлек к ней много людей. Но в то же самое время упор, который теория Дарвина делала на простое прослеживание эволюционных связей между организмами и создание детально разработанных родословных, отвлек естествоиспытателей от изучения подлинной жизни и внутренней деятельности животных и растений. В этом никто не мог бы упрекнуть самого Дарвина, который, как показывают его подробные исследования по таким разнообразным вопросам, как изучение жизни земляных червей, плотоядных растений и выражения эмоций у животных, был одним из пионеров экспериментальной биологии^{2, 20–22}.

Натурфилософия

Мы проследили ход полемики о проблеме видов до конца XIX века. Теперь необходимо вернуться к началу этого века, чтобы заняться другой нитью, ведущей к пониманию живых существ на основе изучения их структуры. И здесь опять первоначальный толчок был дан главным образом естественной историей, и в первую очередь анатомией и физиологией, тесно связанными с медициной.

Мистическое направление в науке, представленное неоплатониками, а также последователями Луллия и Парацельса, особенно отчетливо проявилось в биологии, найдя свое последнее серьезное выражение в немецкой *натурфилософии* начала XIX века. Под влиянием таких философов, как Гердер и Шеллинг, и поэтов, подобных Гете, начались поиски Абсолютной идеи или божественного предначертания природы, которое непонятным образом связывалось также с возрождением германского народа и уничтожением ненавистного французского математического материализма^{1, 14}. Тем не менее поиски прототипов означали сравнительное изучение структуры, или *морфологии* (термин принадлежит Гете), животных и растений, которое должно было продолжаться еще в течение долгого времени после того, как исчезли вызвавшие его к жизни идеи. Одним из наиболее замечательных представителей этой школы был Лоренц Окен, уже упоминавшийся нами как создатель немецкой науки; ему принадлежит заслуга в определении общих признаков структуры главных групп—типов организмов как живущих, так и вымерших (стр. 307).

Микроскоп. Ткани и клетки

Кроме этого натуралистического взгляда, существовал и другой—исходивший из медицины. Хотя в медицинской практике попрежнему господство-

вал налет классической галеновой медицины с ее комментариями, составленными арабами, старые теории медицины, основывавшиеся на склонностях, не могли уже устоять перед лицом прогресса химической и биологической наук.

И тем не менее даже в начале XIX века не существовало еще ничего эффективного, чем можно было бы заменить медицину. Результатом явилась эпоха сумасбродных умозрений и выдумывания всевозможных систем, когда вдохновенные шарлатаны, подобно Месмеру с его животным магнетизмом, и слишком доверчивые анатомы, вроде Галла с его френологией, завоевывали себе множество последователей.

В то же время возрождение интереса к анатомии и физиологии должно было привести к величайшим со времени эпохи Возрождения успехам в понимании функций здорового и больного организма. В течение своей короткой жизни Биша (1771—1802) фактически воссоздал *патологию* и благодаря тщательному изучению структуры различных органов тела различил общие для многих из них виды тканей—нервную, артериальную, венозную, мускульную, волокнистую, железистую, кожную. За этим исследованием последовали другие, где новые ахроматические микроскопы Амичи (1827) позволили значительно лучше проникнуть в тонкую структуру тканей, *гистологию*, чем это было возможно для пионеров XVII века. Такое исследование показало, что ткани в свою очередь состояли из клеток: квадратных клеток в печени, продолговатых—в мускулах, чрезвычайно удлиненных—в нервах.

Клеточная теория

Все тела, как указали в 1839 году Шлейден (1804—1881) и Шванн (1810—1882), могли рассматриваться как колонии клеток, и, больше того, все произошло из одной или скорее двух клеток: из клетки яйца и клетки спермы. Процесс роста организма из оплодотворенной яйцеклетки был прослежен фон Бэр (1792—1876) примерно в то же время. Фактически основанная им новая наука *эмбриология* также раскрыла родство различных животных в каждой крупной группе, или отряде, вроде отряда позвоночных. Клеточная теория сделала понятным рост индивида, точно так, как естественный отбор должен был сделать понятным развитие видов; и обе эти теории, повидимому, следовали по параллельным линиям эволюции.

Использование микроскопа во всех областях биологии начало раскрывать сложности, о которых до тех пор и не подозревали. Однако на ранних стадиях они очень мало повлияли на практику того времени. Только с началом изучения простейших видов животных и растений, гриба (плесени)^{4,47} и простейших одноклеточных простейших и бактерий, стало создаваться какое-то представление о жизни и функциях клеток, а вместе с тем появилась и возможность контроля над живыми организмами.

Брожение

Как это часто случается в истории науки, это достижение должно было прийти в биологию извне, из изучения сельскохозяйственных вредителей и промышленной химии. Еще до наступления зари цивилизации человек пользовался процессами, обычно известными как брожение в том случае, когда результаты их были приятными, или как гниение—в обратном случае. Путем тщательного проведения этих процессов и точного соблюдения правил ему даже удалось добиться определенного и воспроизводимого контроля над определенным ограниченным числом процессов—пивоварением, производством сыров или дублением кож; однако, как и в отношении всех процессов, созданных техническим путем, изменять в них что-нибудь было чрезвычайно трудно и опасно, и огромный рост спроса, вызванный новым населением городов XIX века, имел следствием не только увеличение потребления, но и многочисленные бедствия.

Пастер и бактериология

Впервые молодой профессор химии Пастер столкнулся с деятельностью живых ферментов, работая в быстро растущем промышленном городке Лилле в 1855 году. Бывало, что хорошее пиво и уксус иногда вдруг по непонятным причинам портились, и Пастер, не находя химического объяснения этому явлению, решил обратиться к помощи микроскопа. Он обнаружил, что в тех случаях, когда брожение шло нормально, можно было видеть маленькие круглые клеточки дрожжей, уже изученные в 1839 году Кеньяром де ла Тур (1777—1859); неправильное же брожение характеризовалось отличными от них организмами, тем, что он назвал вибрионами, потому что они непрерывно мелькали в поле зрения.

Между тем Пастер, как мы видели (стр. 351), уже занимался химической деятельностью живых организмов в производстве асимметрических молекул. Его опыты с плесенью убедили его в том, что сами процессы ферментации должны вызываться живыми организмами, а не какими-либо инертными химическими реакциями. Будучи химиком, он изучал не только внешний вид микроорганизмов, но также и их химические свойства. Он проверял, могут ли они жить на воздухе или в среде, лишенной воздуха, в результате чего мог создать остроумные, но практические способы—в том числе и процесс, известный ныне как пастеризация,—для предохранения производства пива или уксуса от вредного воздействия микробов.

Именно знание поведения живых организмов в процессе брожения побудило Пастера попрежнему категорически отрицать возможность самозарождения жизни, что привело к его знаменитой полемике с Пуше (1800—1872). В ней он доказал, что путем устранения из воздуха невидимых глазу *микробов* можно было бесконечно долго сохранять животные и растительные вещества, не допуская их гниения. Тем самым он убедил научный мир в истинности тех фактов, которые еще в 1810 году шеф-повар Апперт^{5.12} использовал в своем способе сохранения продуктов—посредством их кипячения и хранения в запечатанных стеклянных сосудах, что позднее должно было стать основой огромной консервной промышленности. Однако методы Апперта вызывали то возражение, что в бутылках его не было кислорода, который, как утверждали, являлся причиной гниения. Пастеру нужно было показать, что для предотвращения гниения было также достаточно профильтровать воздух.

Интерес Пастера к органической стороне брожения привел его в столкновение и с точкой зрения фон Либиха, который утверждал, что оно обуславливается особым химическим ферментом. Успех Пастера отодвинул эту гипотезу Либиха на задний план, и только в 1897 году Э. Бухнер (1860—1917) почти случайно выделил такой фермент из обычных дрожжей и тем самым положил начало изучению *энзимов*. Таким образом, в конечном счете оба, и фон Либих и Пастер, оказались правы. Брожение вызывается ферментом, но фермент этот может быть произведен только живым организмом (стр. 473)^{5.3}.

Заболевание шелкопряда

В 1865 году Пастеру предстояло решить еще более трудную задачу. Новая промышленность Франции в значительной степени зависела от снабжения шелком; а между тем нависла угроза прекращения его ввоза из-за таинственного заболевания шелкопряда. Заняться этим вопросом было поручено Пастеру. В то время он был так далек от естествознания, что не знал даже, что представлял собой шелкоичный червь, не знал, что это была уродливая гусеница, позднее превращавшаяся в красивую бабочку. Тем не менее после нескольких месяцев интенсивного исследования он нашел, что заболевание шелкопряда вызывалось каким-то организмом, жившим и развивавшемся внутри самой гусеницы. Это дало ключ к полной ликвидации заболеваний.

С этого момента он все больше и больше приходил к тому мнению, что заболевания более крупных организмов—животных и человека—вызываются теми же самыми причинами, то есть, иными словами, микроскопическими болезнетворными микробами. Эта идея была не нова. По сути дела, она была так же стара, как и сами болезни, что подтверждается такими явлениями, как инфекция и эпидемии. В самом деле, задолго до этого Дженнер сделал первый официальный практический шаг для борьбы с оспой посредством *прививки*, сохранившей активный болезнетворный *вирус* в ослабленном состоянии по сравнению с сильно действующим *инокулированием* самой оспы, которое практиковалось в течение многих веков. Однако эти болезнетворные микробы до сих пор так и не были опознаны, и медицина, с аристотелевскими или даже гиппократовскими теориями которой они вовсе не придерживались, отказывалась признать их существование. И тем не менее за много лет до этого их видел Левенгук с помощью своих элементарных, но прекрасных микроскопов. Однако ему казалось, что между наблюдаемыми им крохотными созданиями и болезнями, поражающими животных и людей, нет никакой связи.

К тому времени, когда по прошествии 200 лет обе стороны накопили огромное количество фактов, потребность в раскрытии роли бактерий уже давно назрела. Как и всегда бывает в подобных случаях, Пастер не был ни первым, ни единственным человеком, которому удалось это сделать. Молодой сельский врач в Германии Кох (1843—1910) вслед за Давэном изучал размножение бациллы сибирской язвы и изобрел способ получения чистой ее культуры путем посева смеси на пластинках желатина—метод, который он позднее использовал для выделения возбудителей туберкулеза и холеры. Листер (1827—1912) в Шотландии разработал практическую технологию антисепсиса, которая сразу сократила ужасающую смертность в больницах. Но главным знаменосцем в войне против микробов был Пастер.

Пастер против врачей

Пастеру удалось побороть оппозицию по отношению к этому новому подходу к болезням скорее благодаря своей преданности делу блага человечества и поразительной силе характера, чем холодной научной аргументацией; ибо оппозиция эта была исключительно ожесточенной и охватила чуть ли не весь врачебный мир. Пастеру потребовались весь его заслуженный авторитет химика, вся приобретенная им репутация промышленного советника и победителя в борьбе с болезнью шелкопряда для того, чтобы он смог убедить администрацию различных больниц принять то, что сейчас считается самыми элементарными предосторожностями асептики. Однако стоило ему только продемонстрировать результаты иммунизации, сначала в отношении сибирской язвы у скота, а затем—чрезвычайно эффективно—против бешенства у человека, как энтузиазм широкой общественности заставил принять его идеи даже врачей.

Основание научной медицины

Произведенная Пастером революция явилась, в сущности, основанием научной медицины. В предшествовавшие времена было сделано много успехов в изучении организма и его поведения в здоровом состоянии и во время болезни, однако все это было только полунаукой, способной предсказывать и временно облегчать симптомы болезни, но лишенной возможности убедительно доказать свою власть над болезнями путем эффективного их предотвращения или излечения. Немногие известные в то время средства предупреждения, такие, как карантин и прививка, или излечения, подобно руте от сифилиса или хинина от малярии, были примером разумного применения случайных открытий или народных традиций. Но не будучи основаны на какой-либо научной теории, они не могли быть обобщены и использованы для лечения других болезней. Пока не существовало бактериологической теории, было невозможно понять, что происходит при острых инфекционных заболеваниях, и врачи были вынуж-

дены предоставлять болезни идти своим чередом и даже бессознательно способствовали ее распространению.

Контроль над эпидемиями. Бактериология

Стоило только овладеть теорией микробов и технологией борьбы с ними, как десятки преданных этому делу людей смогли изучать инфекционные заболевания в соответствующих условиях, выявлять возбудившие их микробы и часто, хоть и не всегда, находить иммунизирующую, или лечебную, сыворотку или хотя бы указывать предохранительные меры для прекращения эпидемии. Улучшение санитарного дела остановило распространение эпидемий, переносимых по воде, и такое заболевание, как тиф, начало совершенно исчезать в Европе, а число случаев заболевания дифтеритом—этим страшным бичом, вызывавшим огромную смертность среди детей,—сокращаться. Постепенно люди научились контролировать такие бедствия, как холера, чума и малярия, за исключением тех случаев, когда нищета делала применение новых мероприятий невозможным.

Успех бактериологической теории объясняется тем, что она указала путь для борьбы с большинством острых заболеваний, вызывавших огромную смертность людей в детском и юношеском возрасте. Однако этот же успех сделал общественное мнение и, хотя и в меньшей степени, даже и медицину на известное время слепыми в отношении того факта, что пока еще они заставили отступить, так сказать, только авангард болезней и что при лечении тех заболеваний, которые вызывались внешними причинами, изучение реакций тела совершенно выпало из поля их зрения. До сих пор продолжали свирепствовать такие болезни, как рахит, превращающий людей в калек, и смертоносный диабет, болезни сердца и рак, бороться с которым предстояло ученым следующего столетия. Тем не менее благодаря *бактериологии* наука раз и навсегда вступила на стезю медицинской практики и должна была вскоре стать нераздельной частью медицинской традиции.

Работа Пастера и его учеников, а также других бактериологических школ означала для науки значительно больше, чем можно было бы судить по ее непосредственным результатам, каким бы огромным ни было их значение в истории цивилизации. Уже своими ранними работами Пастер доказал, что даже простейшие существа не возникали заново, что никакого сотворения жизни на этой земле не было. То, что эти микроскопические организмы были живыми, казалось бесспорным, поскольку они двигались и размножались. Однако жизнь их была, повидимому, весьма отличной от жизни высших организмов являясь по сути своей больше химической, чем механической, и зависевшей скорее от молекулярной структуры, чем от строения костей. Все эти открытия сделали Пастера одним из великих провозвестников биохимической революции XX века.

Клод Бернар и физиологическая химия

Другим провозвестником этой революции был Клод Бернар (1813—1878), также француз, занимавшийся изучением физиологии живых людей и животных и открывший, что важные внутренние функции тела осуществляются путем сложного уравнивания химических реакций, многие из которых ему удалось раскрыть, уравнивания, которое является необходимым условием самой жизни. Чем сложнее организм, тем больше он стремится сохранить свои внутренние условия постоянными и независимыми от внешнего окружения и таким образом способен реагировать в тех случаях, когда более простые организмы при замораживании становятся неподвижными или погибают под воздействием кипячения.

Нейрология

В XIX веке возродилось также изучение механизма нервного контроля—аспекта физиологии, который со времен опытов Галена, почти 2000 лет до того

времени (стр. 131), так никем и не затрагивался. Функция нервов как в передаче приказов мускулам, так и в получении их от органов чувств была благодаря работе Белла (1774—1842) и Мажанди (1785—1855)^{5, 75} наконец понята и прослежена связь их через сложные комплексы нервной системы. Это впервые пролило свет на контрольную функцию самой сложной сети нервов из всех—мозга. Даже в XIX веке биологи-материалисты выражали сомнение в отношении абсолютной природы чисто духовных явлений. Физиология начинала раскрывать, насколько почти неизмеримо более сложными были тела даже простейших животных, чем это представляли себе философы.

Научное ведение сельского хозяйства

Из описанных нами выше четырех источников биологических знаний XVIII и XIX веков—естественной истории, медицины, сельского хозяйства и промышленности—мы при разборе достижений первых двух неизбежно упоминали и два последние. Очень серьезное влияние оказали на идеи Дарвина практические успехи животноводов и садоводов. Ранние бактериологи достигли своих первых успехов в борьбе с болезнями животных, и сам Пастер пришел к бактериологии через изучение промышленного процесса виноделия, пивоварения и изготовления шелка. Тем не менее остается еще одно самостоятельное направление научной мысли, вытекающее из центральных проблем сельского хозяйства: каким образом растения растут в почве и что составляет пищу людей и животных?

С самого начала XVIII века, куда бы ни проникала капиталистическая экономика, повсюду на передний план выступали проблемы сельского хозяйства. Почтенные традиции оказывались уже бессильными, когда речь шла о получении от земли больших доходов. Отдельные фермеры, работавшие над усовершенствованием сельскохозяйственных методов, объединялись с передовыми помещиками в общества содействия сельскому хозяйству^{5, 4}, и, учитывая характер того времени, наука была, естественно, вовлечена в решение задачи раскрытия лежащих в его основе законов. Эта задача оказалась, однако, весьма трудной.

Только в середине XIX века, и после многих неудачных начинаний, оказалось возможным выйти за пределы непосредственного опыта или самой практики фермерского хозяйства. Потребовалось испытание всевозможных вариантов существовавших методов, в процессе которого отмечалось, какой из этих вариантов давал наибольшие урожаи; выяснив это, в дальнейшем развивали те из них, которые обещали наибольшие успехи. Серьезные новшества были внесены в эту область скорее промышленностью, чем наукой, проявившись в форме сельскохозяйственных машин, которые революционизировали пахоту, сев, уборку урожая и молотьбу. Однако сельскому хозяйству паровая машина дала значительно меньше, чем промышленности или транспорту. Для полной механизации его необходимо было дожидаться менее громоздкого и более легкого двигателя внутреннего сгорания, появившегося лишь в XX веке.

Питание животных и растений

Наиболее эффективным оказался контакт науки с сельским хозяйством скорее в химическом, чем в биологическом или механическом отношении. Революция в пневматике, начатая Пристли и достигшая своей высшей точки в трудах Лавуазье, показала, что животный организм представляет собой своего рода тепловую машину, где роль топлива играет пища, а растение совершает обратный процесс, используя солнечный свет для восстановления живой ткани из отработанных газов и возвращая кислород атмосфере. Выражаясь классической фразой Молешотта (1822—1893), «жизнь соткана светом из воздуха».

Однако ничто из этого не могло иметь никакого практического значения до тех пор, пока не была раскрыта роль почвы. Фермеры-практики и садов-

ники знали, что почва кормит растения, между тем как ученые с 1790 по 1840 год терялись в догадках о том, как же именно она это делает. За 200 лет до того Ван-Гельмонт показал, что ива может расти, питаясь одной только водой. В таком случае казалось вполне логичным предположить, что элемент воды превращается в элемент земли или дерева. Но после 1790 года было доказано, что все это—алхимические бредни, однако взамен их не было создано ничего другого, вплоть до классических исследований фон Либиха. Его доклад на тему «Химия в приложении к земледелию и физиологии» (1846), подготовленный по просьбе Британской ассоциации (стр. 307), установил подразделение живых тканей, а следовательно, и продуктов питания, на ставшие ныне классическими углеводы, жиры и альбумины (протеины). Он показал, что первые два представляют собой главным образом топливо, образующееся в растениях из получаемой ими из воздуха углекислоты, и что только последний содержит азот и образуется в растениях из нитратов (солей азотной кислоты), всасываемых ими из почвы вместе с другими важными элементами, такими, как фосфор и калий, чтобы позднее возвратить их ей обратно в форме животных экскрементов в процессе другого великого круговорота природы.

Искусственные удобрения

С выяснением химической роли почвы в произрастании растений пришло и первое объяснение действия удобрений, получаемых со скотного двора фермы, а вместе с тем—возможность дополнения их из других источников. Сэр Джон Лоуэс (1814—1900), дворянин с научными наклонностями, превратил свое поместье в Ротхэмпстеде в первую сельскохозяйственную научно-исследовательскую лабораторию; здесь он проводил опыты с нитратами, фосфатами и поташем, которые он брал из различных источников, чтобы заменить ими навоз, и даже построил несколько фабрик для их производства. Из этого и иных аналогичных опытов в других странах зародилась крупная промышленность искусственных удобрений, которая в последней четверти XIX века служила двойной цели—как интенсификации сельскохозяйственного производства, так и удовлетворению потребностей текстильной промышленности, в химикалиях, создав высокомонополизированную тяжелую химическую промышленность, готовую обеспечить военные нужды XX века.

Пищевая промышленность. Охлаждение

Поп Мальтус считал, что «в неистовстве спекуляции было выдвинуто предложение (конечно, скорее в шутку, чем всерьез), чтобы Европа выращивала свой хлеб в Америке и посвятила себя исключительно промышленности и торговле, что было бы наилучшим видом распределения труда на земном шаре»^{5.54}. Прежде чем его шутка могла быть разыграна всерьез, было необходимо отправить людей для выращивания продуктов питания в далеких странах, будь то рабы, преступники, осужденные на каторжные работы или гонимые голодом эмигранты, и изыскать средства для доставки продуктов обратно в пригодном для еды состоянии. Конечно, имелись традиционные способы для осуществления этого плана—сушка, засолка, кипячение и даже замораживание были известны еще в каменном веке,—однако их никогда не удавалось применить в масштабах, достаточных для того, чтобы накормить десятки миллионов людей, если бы они не были рационализированы и видоизменены вмешательством науки.

С одной стороны, труд, ставший делом всей жизни Пастера, показал необходимость устранения бактерий, с другой,—новая наука—термодинамика указала путь использования теплового двигателя обратимым способом для выработки искусственного холода (стр. 328). Консервное дело и замораживание, вместе взятые, обеспечили возможность доставки продовольствия повсюду, где имелось достаточно денег для того, чтобы оплатить его. Они также обеспечили господствующее положение упаковочных и рефрижераторных

компаний на всех равнинах мира, где можно было пасти рогатый скот. Один из аспектов этого процесса был поэтизирован в образе ковбоя и гаучо, другой следует искать на бойнях Чикаго или Цинциннати, где механизация убоя должна была создать прообраз комбината массового производства, характерного для следующего столетия.

Прикладная биология. Медицина и сельское хозяйство

К концу XIX века биология заняла свое место в одном ряду с более старыми науками—физикой и химией—как рациональная научная дисциплина, хотя она все еще продолжала сохранять много пережитков ранних магических и мифических верований. Не приобрела она еще также и ничего похожего на то глубокое понимание и овладение своим материалом, какого уже достигли более старые науки. Однако вместе с тем она уже доказывала свою практическую полезность. В самом деле, серьезные экономические успехи последней четверти XIX века были бы совершенно невозможны без помощи прикладной биологии. Поистине это был один из лучших примеров справедливости марковского изречения, гласящего, что «человечество всегда ставит перед собой только те задачи, которые оно может разрешить»^{5.5 7.357}.

Было бы совершенно невозможно поддерживать огромное скопление населения в промышленных городах XIX века без тех санитарных методов, которые были разработаны в результате постепенного признания бактериологической теории заболеваний. Нельзя было бы также и прокормить это население без применения новых химических знаний о питании растений. Использование азотных и фосфатных удобрений явилось важным фактором в повышении продуктивности земледелия и в возможности значительно большего расширения, чем это ранее считалось возможным, площадей обрабатываемой земли. Наконец, такие тропические продукты, как каучук и нефть, столь существенные для развития промышленности, не могли бы быть получены в необходимых количествах, если бы не были взяты под контроль, по крайней мере, самые жестокие из тропических заболеваний.

9.6. ОБЗОР ИЗЛОЖЕННОГО

Наука в эпоху капитализма

Мы в общих чертах проследили некоторые из главных направлений научного прогресса в XVIII и XIX веках и рассмотрели его взаимосвязи как с материальным развитием общества, что нашло свое выражение в промышленной революции и ее последствиях, так и с эволюцией в области мышления, необходимой для того, чтобы человек мог вступить в действенную связь со своим новым, созданным обществом окружением. Именно в этот период капитализм полностью занял все свои позиции, расцвел наиболее пышно и начал проявлять первые признаки упадка. Вместе с тем интенсивно и непрерывно развивалась наука, если не считать незначительных колебаний, и рост ее, очевидно, был еще более быстрым, чем рост экономики в целом, ибо в конце этого периода она занимала значительно более важное положение, чем в его начале. Создав паровую машину, она обеспечила в начале XVIII века движущую силу для промышленности, которая все еще опиралась в основном на традиционную технику, и была столь многим обязана изобретательности и столь малым—науке. К концу XIX века начали возникать новые крупные отрасли промышленности, целиком основанные на достижениях науки. Вдобавок наука проникла в более старые кустарные отрасли промышленности и даже в сельское хозяйство. Вначале ей все еще приходилось больше учиться у промышленности, чем давать ей, в конце же XIX века самое существование промышленности было связано с наукой. Благодаря обусловленному ею техническому преобразованию промышленности она воздействовала на развитие капитализма, дав

ему возможность перейти от индивидуалистической свободной конкуренции мелкой промышленности к крупным монополистическим предприятиям с продуманно запланированными, научными методами производства.

Сравнение между рассмотренной в главе 7 научной революцией XVI и XVII веков и промышленной революцией XVIII и XIX веков показывает коренное изменение в характере отношений между наукой и экономической жизнью общества. В первом периоде, как мы видели, предъявляемые к науке требования и ее эффективный отклик на них были ограничены весьма узким кругом вопросов, едва ли выходящих за рамки потребностей астрономии и мореплавания. Во втором периоде был охвачен весь диапазон промышленной деятельности: машины, энергия, транспорт, химикалии и военное снаряжение. Соответственно наука первого периода занималась главным образом новыми *орудиями* для собирания сведений о природе—телескопами, микроскопами, термометрами, барометрами—и математическим анализом, необходимым для их расчета и объяснения полученных результатов. Во второй период, хотя эти орудия и продолжали создаваться и умножаться, они составляли только часть *материальной* продукции науки. Новые машины—паровые машины, турбины, динамомашины, электромоторы, химическое оборудование,—назначением которых было не просто узнавать новое о природе, но изменять ее, были характерными продуктами XVIII и XIX веков.

В промежутке между одной и другой революциями наука, несомненно, перешла от пассивной роли к активной, от исследования природы к «осуществлению всего, что только возможно». Этот переход был обусловлен в техническом отношении самим развитием машин, являвшихся в значительной степени плодом совместных усилий рабочих и ученых, а в экономическом—наличием капитала во все увеличивавшихся размерах по мере накопления прибылей от более ранних капиталовложений. Огромные вспышки активности в конце XVIII и в середине XIX веков объясняются этим чисто капиталистическим способом финансирования технического и научного прогресса.

По сравнению с предыдущей эпохой были затрачены огромнейшие средства. Они кажутся такими жалкими только если смотреть на них под углом зрения абсолютных или относительных затрат нынешнего времени. Так, например, сумма, затраченная на научно-исследовательскую работу в Англии на протяжении всего XIX века, едва ли намного превысила миллион фунтов стерлингов^{5.3}. Сейчас мы расходует на научно-исследовательскую работу гражданского назначения средства, которые ежегодно в семьдесят пять раз превышают эту сумму. Связь науки с прибыльностью объясняет также, как я это показал в другом месте^{5.3}, чрезвычайно неравномерный ход этого прогресса. Даже в тех случаях, когда применение науки, казалось, обещало крупные доходы, отсутствие наличного капитала для предприятий, в которых он не мог быть реализован в течение нескольких лет и которые не могли с уверенностью гарантировать конечного успеха, отпугивало всех предпринимателей, кроме наиболее оптимистически настроенных.

Рабочий класс и социализм

Капиталисты весьма охотно использовали науку, когда она служила их целям повышения прибылей. Они с большим нежеланием и запоздало прибегали к ней, чтобы применить ее для блага общества, как, например, для целей здравоохранения и просвещения. Они категорически отказывались ее использовать, когда речь шла об изучении и, быть может, изменении строя, из которого они черпали свое богатство. Но если они этого не делали, это делали другие. Заставляя науку служить своей выгоде, капиталисты указали путь к общественному способу производства крупного масштаба, который сделал бы стимул выгоды ненужным. Они в то же время вызвали к жизни рабочий класс, для которого капиталистическая система была равнозначна изнурительному труду, необеспеченности и нужде.

В самом начале этого периода новый, нарождающийся капитализм успешно стряхивал с себя последние остатки старой феодальной системы производства и вступал на путь усиливающейся экспансии. В конце этого периода капитализм, невероятно выросший, распространил свое господство на весь мир, однако теперь он оборонялся против только что поднявшегося рабочего класса и был меньше всего готов перейти к новому, более всеобъемлющему социалистическому способу производства, такому, который был бы способен до конца использовать достижения науки (стр. 386, 627 и далее).

При оценке того влияния, которое наука оказывала на жизнь и мышление людей на протяжении XVIII и XIX веков, необходимо соответственно проследить переход от ее освободительного воздействия, в начале периода, когда она была союзником всех сил прогресса, к двусмысленному, неопределенному положению, которое она заняла в его конце, когда прогресс уже больше не мог приниматься как нечто само собой разумеющееся и в умах людей начинали зарождаться мысли о войне и социальной революции. Разграничительной чертой послужила здесь Французская революция и последовавшая за ней реакция. При всем том покровительстве, какое оказывали науке как старый режим во Франции, так и опирающаяся на феодальное землевладение партия церкви и короля в Англии, они по необходимости должны были противодействовать ей. Поэтому в последние годы XVIII века прогресс науки оказался связанным с поднимающейся промышленностью, политической реформой и либеральной теологией, в значительной степени служа целям оправдания оптимистического, прогрессивного мировоззрения.

После 1815 года положение было уже не столь простым. Сама наука была глубоко разделена на конформистский и либеральный секторы, что проявилось, например, в истории геологии и в полемике по эволюционной теории (стр. 360). Ее старые традиции и практические результаты ее открытий имели тенденцию отождествить науку с великой экспансией капитализма XIX века, однако такое отождествление уже не было больше ни искренним, ни оптимистическим. Ему противостояли очевидные плоды применения науки, нашедшие свое выражение в тяжелой атмосфере и трущобах промышленных районов, а вместе с тем и в пробуждающемся осознании, враждебном или окрашенном угрызениями совести, факта существования низов, нового пролетариата. Призрак коммунизма, хотя его воздействие и не было еще эффективным, преследовал, однако, воображение как интеллигенции, так и политических деятелей. После 1870 года чувство оптимизма в значительной степени улетучилось и в общие настроения вкралась какая-то нотка обреченности.

Наука в мире идей

Непосредственное воздействие науки на господствующие идеи этого периода было гораздо менее серьезным, чем то косвенное влияние, которое она на них оказала через промышленную революцию; но, тем не менее, его ни в коем случае нельзя сбрасывать со счетов. Революция идей в области физических наук XVIII и XIX столетий не имела того решающего значения, какое она имела в XVI и XVII веках. Безусловно, было бы, быть может, более целесообразно говорить вообще не о какой-то новой революции, а об огромном распространении результатов более ранней революции, как она выразилась в синтезе Ньютона, — сначала на другие области науки, такие, как теплота, электричество, химию, а затем на сферу экономики и политики. Но такое распространение уже само по себе являлось в известном смысле радикальным новшеством. В материальном отношении именно благодаря ему наука впервые стала полезной для промышленности, были обузданы природные силы пара и электричества, и превращение материи, до сих пор регулируемое традицией, теперь могло сознательно направляться на заранее намеченные цели. Что касается сферы идей, то хотя здесь физические науки и не вызвали подобного разрыва с прошлым, однако распространение их на новые области выявило совершенно

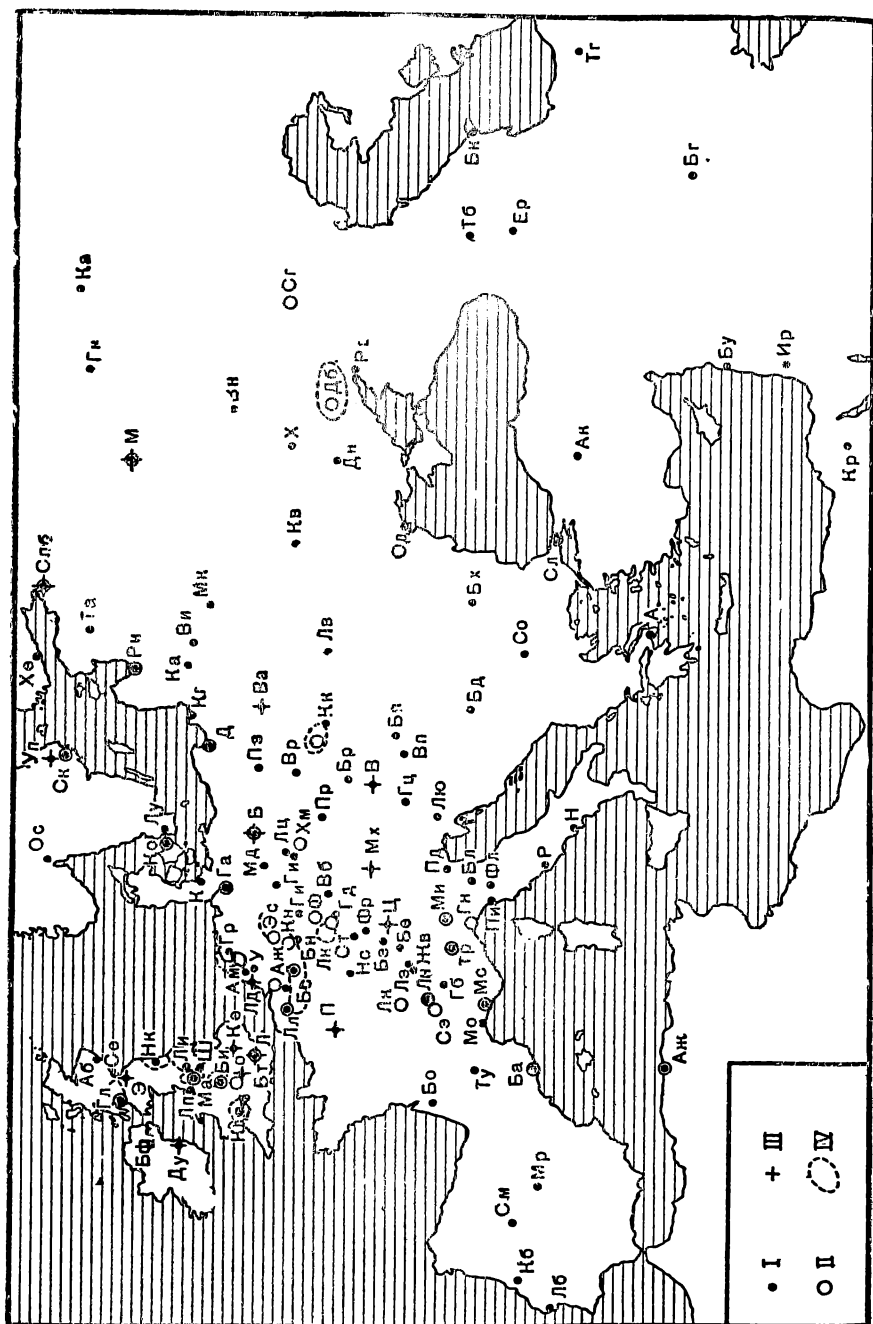
неизвестные доселе аспекты природы, раскрывшиеся во взаимодействии между электричеством и магнетизмом и в характере химических реакций, что привело к некоторым крупным обобщениям, таким, как законы сохранения массы и энергии, а также электромагнитная теория света.

Эволюция как социальная сила

Однако подлинно радикальные новшества должны были быть внесены скорее развитием описательных наук, где математический анализ все еще не мог найти себе точки опоры; кульминационным пунктом явился здесь великий дарвиновский синтез эволюции, совершающейся путем естественного отбора. Собственный вклад Дарвина утвердился позже как окончательный и неизбежный итог долгих лет геологических и биологических наблюдений. Он мог бы быть принят уже задолго до этого, если бы не сопротивление духовенства и земельной аристократии, которые инстинктивно понимали, что принятие его означало бы конец какому бы то ни было обоснованию божественного управления миром. Своей новой структурой небесного мира Ньютон в значительной степени восстановил правдоподобие предначертания, так сильно поколебленное Коперником и Галилеем; Дарвин еще чувствительнее задел само человечество. Как новатора его вполне справедливо сравнивали с Коперником. Мир религии уцелел и, конечно, почти забыл то потрясение, которое было вызвано ниспровержением астрономической картины мира Древнего Востока. Однако картина сотворения, в частности представление о самом человеке как подобии бога, все еще оставалась нетронутой; после же Дарвина от книги «Бытия», как точного описания истории, осталось весьма немного. Должно было пройти некоторое время, прежде чем могла быть найдена надлежащая формулировка, спасающая положение, и было обнаружено, что религиозная истина лежит в иной плоскости и не подвержена какому-либо опровержению со стороны вульгарных фактов. Предположение, что бог в его мудрости захоронил ископаемых в горные породы, чтобы соблазнить свободомыслящих геологов на вечную погибель, всерьез выдвинутое Филиппом Генри Госсе, отцом Эдмунда Госсе, считалось слишком явно притянутым за волосы, чтобы обеспечить надежную лазейку. Однако, поскольку папа Пий XII заявил в 1948 году *ex cathedra*, что первую главу книги «Бытия» следует понимать в аллегорическом смысле, надо полагать, что полемика эта теперь закончена, разве что ее продолжают еще некоторые протестантские догматики.

«Происхождение видов» появилось в такое время, когда содержащееся в нем открытие было крайне необходимо. Оно было подхвачено радикальным антиклерикальным крылом и перенесено в область экономики и политики, поскольку было создано в весьма значительной степени по образу их собственных теорий *laissez-faire* и самодетельности. Оно сделало возможным оправдание всего, что происходило в капиталистическом мире,—безжалостной эксплуатации человека человеком, порабощения «низших» народов «высшими». Даже сама война могла быть оправдана с помощью сравнения ее с природой, «где царили окровавленные зубы и когти». Старый тезис, выдвигавшийся в качестве оправдания господства определенных классов или рас над другими, а именно, что они якобы представляли собой избранные народы или были сынами богов, уже утратил свою силу, и для обоснования сохранения этого господства в мире разума и науки необходимы были новые аргументы. Эти аргументы дал дарвинизм, хотя сам Дарвин меньше всего этого хотел.

Фундаментальное значение теории эволюции заключалось в том, что она внесла в область науки исторический элемент, решительно порвав тем самым с ортодоксальной ветвью греческой традиции, с вечными истинами и неизменяемостью видов Платона и Аристотеля и возвратясь к более ранней, еретической ветви старых ионийских философов и Демокрита с их упором на рациональное развитие и изменения. Введя в науку историю, дарвиновская эволюция могла бы явиться мостом между естественными и гуманитарными науками.



К а р т а 4. Научные и промышленные центры Европы.

На карте показано распределение научных и промышленных центров в Европе и прилегающих к ней странах в XVIII, XIX и XX веках (см. главы 8, 9, 10). Указываются только главные промышленные города и порты. Нанесенные на карту университеты имеют далеко не одинаковое значение как научные центры; некоторые из самых основных помечены особо. Более старинные теснятся вокруг, так сказать, позвоночного столба Европы, показанного на карте 3. В XIX и в еще большей степени в XX веке намечается распространение на Восток. Соответствующее распределение научных центров в Америке см. на карте 5.

Условные обозначения:

I—университетские города; II—промышленные города и порты; III—главные научные центры; IV—угольные бассейны.

Университеты

A—Афины (1837); AB—Абердин (1494); AJ—Алжир (1879); AK—Анкара (1856); AM—Амстердам (1632); B—Берлин (1809); BA—Барселона (1450); BG—Багдад; BD—Белград (1863); B—Берн (1834); Bз—Базель (1460); Би—Бирмингем (1900); Бк—Баку (1920); Бл—Болонья (1160); Бн—Бонн (1818); Бо—Бордо (1441); Бп—Будапешт (1635); Бр—Брно (1919); Бс—Брюссель—Лувен (1834, 1425); Бт—Бристоль (1909); Бу—Бейрут (1846); Бф—Бельфаст (1845); Бх—Бухарест (1864); В—Вена (1365); Ва—Варшава (1816); Вб—Вюрцбург (1582); Ви—Вильнюс (1578); Вн—Воронеж (1919); Вп—Вестпрем (1952); Вр—Вроцлав (1702); Га—Гамбург (1919); Гб—Гренобль (1339); Гд—Гейдельберг (1386); Ге—Геттинген (1737); Ги—Гисен—Марбург (1607, 1527); Гк—Горький (1918); Гл—Глазго (1451); Гр—Гронинген (1614); Гц—Грац (1586); Д—Данциг; Дн—Днепропетровск (1918); Ду—Дублин (1591); Ер—Ереван (1920); Жв—Женева (1559); Ир—Иерусалим (1918); Й—Йена (1558); К—Киль (1665); Ка—Каунас (1920); Кб—Коимбра (1290); Кв—Киев (1834); Кг—Кенигсберг (1544); Кд—Кардифф (1893); Ке—Кембридж (1209); Кз—Казань (1804); Кк—Краков (1364); Ко—Копенгаген (1479); Кр—Каир (970, 1908); Л—Лондон (1836); Лб—Лиссабон (1911); Лв—Львов (1661); Лд—Лейден (1575); Лж—Льеж (1817); Лз—Лозанна (1537); Ли—Лидс (1904); Лл—Лилль (1562); Лн—Лион (1896); Лп—Ливерпуль (1903); Лу—Лунд (1666); Лц—Лейпциг—Галле—Виттенберг (1409, 1694); Лю—Любляна (1596); М—Москва (1756); Ма—Манчестер (1850); Мд—Магдебург; Ми—Милан (1923); Мк—Минск (1920); Мо—Монпелье (1220); Мр—Мадрид (1508); Мс—Марсель—Экс (1409); Мх—Мюнхен (1472); Н—Неаполь (1224); Нк—Ньюкасл—Дерхэм (1832); Нс—Нанси (1752); О—Оксфорд (1167); Од—Одесса (1807); Ос—Осло (1811); П—Париж (1160); Пд—Падуа (1222); Пз—Познань (1919); Пи—Пиза (1338); Пр—Прага (1347); Р—Рим (1303); Рв—Ростов (1869); Ри—Рига (1860); Ст—Сталинград; Се—Сент-Эндрюс (1411); Ск—Стокгольм (1878); Сл—Стамбул (1883); См—Саламанка (1227); Со—София (1909); Спб—С.-Петербург (Ленинград) (1819); Ст—Страсбург (1567); Та—Тарту; Тб—Тбилиси (1920); Тр—Турин (1404); Ту—Тулуза (1229); У—Утрехт (1636); Уп—Упсала (1477); Ф—Франк-фурт (1914); Фл—Флоренция (1321); Фр—Фрейбург (1457); Х—Харьков (1804); Хе—Хельсинки (1828); Ц—Цюрих (1833); Ш—Шеффилд (1905); Э—Эдинбург (1583).

Промышленные центры

Ан—Антверпен; Гн—Генуя; Дб—Донбас; Кн—Кельн; Лк—Ле Крезе; Лх—Людвигсхафен; Сэ—Сент-Этьен; Хм—Хемниц; Эс—Эссен.

НАУКА И КАПИТАЛИЗМ
(главы 8 и 9)

Годы	Исторические события	Философия	Экономика	Инженерное дело и металлургия	Электричество	Химия	Биология и геология
1690		<i>Локк.</i> Свобода, собственность и терпимость	Основание Английского банка	Паровой насос <i>Севе- вери</i>			<i>Камерарий.</i> Пол у цветов <i>Вудвард.</i> Ископаемые останки ледникового периода
1700	Война за испанское наследство Петр Великий Подъем России	<i>Беркли.</i> Идеализм	Рост мелкой промышленности в Англии и Франции	<i>Дерби.</i> Железо плавится с коксом <i>Ньюкомен.</i> Паровая машина <i>Реоюр.</i> Теория железа и стали	<i>Хауксби.</i> Электричество трения	<i>Шталь.</i> Флогистон	<i>Бургава</i> —учитель медицины
		<i>Юм.</i> Научный скептицизм	Усовершенствования в сельском хозяйстве, огораживание	<i>Смитон.</i> Научное инженерное дело	<i>Грей.</i> Электропроводность	<i>Гейлс</i> начинает революцию в химии газов	Классификация <i>Линнея</i> , «Система природы»
		Философы			<i>Дюфэй.</i> Два рода электричества		<i>Трембли.</i> Беспозвоночные
					<i>Мушенбрек.</i> Электрический конденсатор и удар	<i>Ломоносов.</i> Физическая химия	<i>Бюффон.</i> «История естествознания», «Теория земли»

1750	Фридрих Великий	<i>Дидро</i> , «Энциклопедия» <i>Вольтер</i> . Просвещение	Начало промышленной революции		<i>Франклин</i> . Положительное и отрицательное электричество, громоотвод	<i>Блэк</i> . Углекислый газ	<i>Галлер</i> . Физиология
1760	Завоевание Индии англичанами	<i>Руссо</i> , «Общественный договор» «Лунное общество» в Бирмингеме		<i>Рсбук</i> . Металлургический завод Каррона <i>Блэк</i> . Скрытая теплота		<i>Пристли</i> , <i>Шееле</i> открывают кислород	
	Американская революция		<i>Адам Смит</i> , «Богатство народов»	<i>Харгрэвс</i> , <i>Аркрайт</i> , <i>Кромптон</i> . Хлопкопрядильные машины Металлургический завод <i>Болтона</i> <i>Уилкинсон</i> — фабрикант железных изделий <i>Уатт</i> . Ротационная машина <i>Корт</i> . Сварочное железо <i>Румфорд</i> . Получение теплоты из работы	Закон <i>Кулона</i>	<i>Лавуазье</i> опровергает теорию флогистона, основывает современную химию	<i>Вернер</i> . Катаклизмы <i>Геттон</i> . Геология без чудес
		<i>Кант</i> . Философия долга	Капитализм и фабрично-заводская система		<i>Гальвани</i> . Электрический ток		
	Французская революция	<i>Гете</i> . Натурфилософия	<i>Мальтус</i> о населенности				

Годы	Исторические события	Философия	Экономика	Инженерное дело и металлургия	Электричество	Химия	Биология и геология
(8.5—8.6)	1800 Наполеоновские войны			<i>Тревитик.</i> Двигатель высокого давления <i>Брама, Модсли, Уитворт.</i> Механические станки	<i>Дэви.</i> Электрохимия	<i>Дальтон.</i> Атомистическая теория <i>Гами.</i> Кристаллография	<i>Биша.</i> Ткани <i>Ламарк.</i> Эволюция путем изменений <i>Окен</i> Морфология животных <i>Кювье.</i> Палеонтология <i>У. Смит.</i> Геологическая карта <i>Белл.</i> Нервная система. <i>Бэр.</i> Эмбриология
	Священный союз Мир и реакция	<i>Гегель.</i> Диалектический идеализм	<i>Бентам, Милль.</i> Утилитаризм			<i>Берцелиус.</i> Неорганическая химия	<i>Лайель, «Основы геологии», униформизм</i>
	Реформа, торжество буржуазии		Век железных дорог	<i>Стефенсон.</i> Паровоз	<i>Эрстед, Фарадей.</i> Электромагнетизм	<i>Дюма, Либих, Пастер, Кекуле, Вант Гофф</i> —основатели органической химии	<i>Бэр.</i> Эмбриология
	Год революций	<i>Конт.</i> Позитивизм		<i>Карно.</i> Принцип обратимости <i>Майер, Джоуль, Гельмгольц.</i> ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ <i>Бессемер.</i> Литая сталь	Телеграф		
(8.7)	1850	<i>Маркс и Энгельс, «Манифест Коммунистической партии»</i> Диалектический материализм «Капитал»	Англия—промышленная мастерская мира		<i>Максвелл.</i> Электромагнитная теория света.		<i>Либих, Лоуэс.</i> Агрохимия Свидетельства о ледниковом периоде и первобытном человеке <i>Мендель.</i> Наследственность <i>Дарвин, «Происхождение видов»</i>

Гражданская война в Америке			<i>Ленуар.</i> Газовый двигатель <i>Сименс.</i> Пламенная печь <i>Отто.</i> Четырехтактный цикл <i>Гильхрист.</i> Основная футеровка <i>Клаузиус, Гиббс</i> Термодинамика <i>Персонс.</i> Турбина	<i>Уайльд.</i> Динамо	<i>Менделеев.</i> Периодическая таблица элементов	ЭВОЛЮЦИЯ путем отбора <i>Пастер.</i> Бактериологическая теория болезней Антисепсис, иммунизация
Франко-Прусская война		Глубокий кризис				
Парижская Коммуна						
Подъем Германии	<i>Мах.</i> Неопозитивизм	Подъем социализма		<i>Эдисон.</i> Электрический свет	Промышленность красителей и взрывчатых веществ	
Колониальный империализм				<i>Герц.</i> Радиоволны		

В этой таблице, охватывающей период XVIII и XIX веков, можно дать более систематизированное представление о научном и техническом прогрессе. Первые три колонки охватывают политические, теоретические и экономические события. Центральная колонка объединяет достижения инженерного дела и механики, приведшие, с одной стороны, к развитию тепловых двигателей и полуавтоматических машин и, с другой,—к великому главному обобщению XIX века—закону сохранения энергии и термодинамике. Шестая колонка посвящена электричеству, которое к началу XIX века освещает химическую теорию и по мере приближения XX века благодаря телеграфу и электрическому свету все больше становится на службу торговли и промышленности.

В седьмой колонке мы можем проследить революцию в химии газов конца XVIII и более затянувшееся, но столь же решающее выяснение основных вопросов в органической химии в XIX веке, причем оба эти события на каждом своем этапе связаны с расширяющейся химической промышленностью. И, наконец, в области биологии и геологии мы можем проследить преемственность между первой классификацией Линнея и окончательным установлением Дарвином принципа эволюции.

но это ей не удалось из-за явного нежелания большинства ее сторонников довести ее доктрины до логического конца. В самом деле, ее упор на родство человека с животными отодвигал социальную эволюцию человечества на задний план в пользу эволюции чисто биологической, которая в свою очередь должна была привести к абсурду ницшеанского «сверхчеловека» и к оправданию расовых теорий и империализма.

Создание связующих звеньев между естественными и социальными науками и раскрытие роли истории в природе и закона в обществе не явилось прямым следствием теории органической эволюции. Создать эти звенья предстояло совершенно иному движению, движению, которое сочетало в себе как идеи, так и действия, которое возникло как следствие воздействия на общество промышленной революции и которому Марксу и Энгельсу предстояло дать теорию и программу. Хотя движение это зародилось в середине XIX века, задолго до дарвиновской полемики, все значение его и последствия проявились только в XX веке, а поэтому рассмотрение его перенесено в главы 12 и 13.

Общественное положение ученого

Переход от науки, как освободительной идеи, мелькнувшей перед мысленным взором некоторых избранных умов в начале XVIII века, к материальной силе, способной изменить систему жизни, какой она предстала каждому в конце XIX века, не явился, как мы видели, одним простым процессом, а представлял собой результат конфликта, прошедшего множество фаз переменного, быстрого или запоздалого успеха.

В этой борьбе отдельные ученые были вынуждены учитывать не только вечный порядок природы, но также и последствия успешного вмешательства в него с помощью новых сил техники и науки. Их неизбежно раздирали противоречивые побуждения. Будучи выходцами, как это было с большинством из них, из средних и высших классов—ибо основная группа легко могла ассимилировать и переделывать таких отдельных рекрутов из рабочих классов, как Фарадей,—они были связаны с могучими силами капиталистического развития.

Тем не менее как ученые они не могли не видеть, что результаты их усилий все в большей мере использовались для обогащения отдельных лиц и не вели к улучшению общей участи людей. Лишь очень небольшое число ученых принимало сознательное участие в разоблачении этих явлений. Таковы были А. Р. Уоллес (A. R. Wallace) и Герберт Уэллс в Англии, Геккель в Германии и группа представителей *интеллигенции*, выступившая в защиту Дрейфуса в 1894 году во Франции.

Идеалы чистой науки. Космический пессимизм

Большинство ученых, однако, уклонилось от предоставленного им неприятного выбора и укрылось за изучением чистых истин науки. Они полагали, что если лично они не наживали капиталов на своих открытиях, то это в какой-то мере освобождало их от обвинения в соучастии в использовании этих открытий для частной наживы.

Такая позиция не могла не отражаться на их идеях и теориях даже в самой науке. Несмотря на тот огромный успех, какой имели научные идеи в раскрытии структуры мира, начиная с туманностей и кончая человеческим мозгом, и вопреки грандиозной картине непрерывного прогресса, которую показала теория эволюции, к концу этого периода оценка дальнейших перспектив науки стала глубоко пессимистической. Картина вселенной не была озарена никакой концепцией человечества, которое сознательно поставило бы себе задачу стать господином природы для блага своего собственного и последующих поколений. Поэтому она была склонна представлять собой картину слепой судьбы, ведущей в соответствии с железными законами к смерти, которой никто не мог избежать.

Пределы науки

Наука, казалось, имела свои пределы. Все более связанная и единая картина различных ее отраслей, раскрытая достижениями ученых в XIX веке, представлялась им признаком того, что наука в целом приближалась к своему концу. В области физики первоначально изолированные силы—свет, электричество и магнетизм, а также теплота были объединены в одну великую электромагнитную теорию. Хотя тяготение оставалось непонятным, действие его можно было полностью предсказать, и фактически точка зрения Лапласа, считавшего, что вся вселенная состоит из частиц, движение которых можно было бы определить на вечные времена, стоит лишь определить его в один какой-то момент, оправдывала картину судьбы значительно более всеобъемлющую, чем все, что имели когда-либо греки. В области химии были открыты почти все элементы. Великое обобщение Менделеева установило даже, сколько этих элементов вообще может быть и как немного осталось еще найти. В биологии теория Дарвина показала, что сама эволюция стала фаталистическим прогрессом случайностей и борьбы.

Конечно, науке оставалось сделать еще очень много; каждый ученый в своей области видел перед собой беспредельную перспективу открытия множества частных, ибо, как это ни странно, несмотря на все великие теоретические обобщения, наука стала в конце XIX века более специализированной, чем когда бы то ни было прежде или чем ей предстояло оставаться потом. Сама по себе специализация была способом избежания слишком тяжелого бремени общего взгляда на вселенную. Космический пессимизм уравнивался чувством уверенности, если не благодушия, по отношению к настоящему состоянию и ближайшим перспективам развития науки и общества.

Что бы ни думали о своей собственной отрасли знания ученые XIX века, они знали, что общая структура научной теории была надежной, что наследие Ньютона было реализовано и что те странные явления, которые, казалось, не подходили под эту классическую картину, несомненно, окажутся объяснимыми, если ими займется кто-нибудь, обладающий достаточно острым умом. Точно таким же образом они разделяли чувства людей, среди которых вращались и которые считали, что общественный строй — фондовые биржи, свобода предпринимательства, свобода путешествий и торговли—если и не был еще полностью осуществлен, то, во всяком случае, будет осуществлен в самое ближайшее время и что эпоха безграничного интеллектуального и материального прогресса была близка. Конечно, на горизонте виднелись и тучки: рабочие беспорядки, неприятный рост общих вооружений; однако они надеялись, что при условии здравого подхода и осознания того факта, что сохранение мирной капиталистической экономики является выгодным для всех, тучки эти исчезнут. Будущее, считали они, непременно должно быть расширенным, но довольно неинтересным продолжением прошлого. Как науке, так и обществу суждено было обмануться в этих ожиданиях, что нам сейчас слишком хорошо известно. XX век, как мы увидим в следующих главах этой книги, должен был открыть перед наукой и обществом широкие, новые перспективы.

ЧАСТЬ VI

НАУКА
В НАШЕ ВРЕМЯ

ВВЕДЕНИЕ

ОБСТАНОВКА В ДВАДЦАТОМ ВЕКЕ. РЕВОЛЮЦИЯ В НАУКЕ И ОБЩЕСТВЕ

Чем ближе в своем рассмотрении истории мы подходим к нашему времени, тем больше она сливается с памятным нам опытом. Здесь мы находимся в непосредственной близости к событиям, наблюдаем борьбу, исход которой еще не решен и главные герои которой еще живы и продолжают действовать. Все это делает понимание происходящего, анализ и оценку значения изменений в науке и обществе особенно трудными. И все же, несмотря на это, такая попытка должна быть сделана, ибо, хотя историкам вообще, быть может, и подобает уклоняться от рассмотрения недавних периодов до тех пор, пока время не позволит беспристрастно их оценить, здесь это вдвойне невозможно. Книга, которая ставит себе задачей, как это делает настоящая работа, показать взаимосвязи между наукой и общественными силами, может быть полезной только в том случае, если сумеет показать, каким образом эти отношения в том виде, в каком мы их находим здесь и в настоящее время, возникли из предшествовавшей им истории. Никакого интервала между настоящим и прошедшим не может быть допущено. Но опустить историю науки в XX веке значило бы исключить из нее наиболее важную часть всей аргументации, ибо именно в XX веке наука впервые заняла подобающее ей место. За последние 50 лет была проведена значительно большая научная работа, чем за весь предшествующий период истории. И это не просто количественный рост; одновременно с таким ростом научной работы наблюдался и более серьезный прогресс в познании основной природы материи, живой и неживой, чем в какой-либо сравнимый период в прошлом. Мы можем с полным основанием говорить о второй *научной революции* в XX веке. Далее, и это больше всего касается целей настоящей книги, впервые в истории наука и ученые принимают непосредственное и открытое участие в серьезных экономических, промышленных и военных событиях своего времени.

Проблема состоит сейчас уже не в том, чтобы показать, как это делалось в предыдущих главах этой книги, каким образом наука воздействовала на ход истории. Влияние науки в прошлом было достаточно реальным, однако его надо было добиваться. Существовала опасность, что ее будут рассматривать как некий придаток, интересный, блестящий, но далекий от главного потока истории. Сейчас, когда половина XX века уже позади, наметилась противоположная опасность—приписывание науке слишком большой заслуги во всем хорошем или плохом, что характеризовало те колоссальные и разительные перемены, войны и революции, свидетелем которых уже было это столетие.

Не случайно, что революции в науке и обществе происходили одновременно, однако было бы упрощением считать одно последствием другого. Взаимодействия между этими событиями были значительно более тонкими и обоюдными, и разобраться в них будет главной задачей остающихся глав этой книги.

Основное, что необходимо выявить при каждом крупном повороте событий, это те социальные и экономические силы, которые содействовали определению общих направлений и темпов научного прогресса, и, наоборот, те моменты, когда научные открытия начинали глубоко изменять ход экономических и даже политических событий.

Переходное время

Какими бы страшными, быстротечными и запутанными ни были события, всем им присуще нечто общее. Мы живем в век перехода от одного рода общества к другому, в гуще все еще неразрешенных конфликтов. Разделение мира, впервые раскрывшееся в 1917 году, является показателем остроты контраста между старой и новой формами, однако оно только сделало явными те конфликты, которые в скрытом виде существовали уже во внешне единообразном обществе XIX века. Каких бы различных взглядов ни придерживались люди в отношении объяснения и исхода борьбы, никто не может отрицать ее существования. Всей системе *капитализма*, впервые установившейся 300 лет тому назад, сейчас брошен вызов со стороны другой, *социалистической* системы, выросшей из внутренних конфликтов самого капитализма.

Однако основным определяющим фактором мировой истории на протяжении большей части XX века является не тот открытый вызов капитализму, который представляет собой существование и рост Советского Союза. Скорее этим фактором служит продолжающееся действие сил, возникших в более ранний период. Два решающих явления этого столетия, первая мировая война и глубокий кризис 1930 года, были продуктами политических и экономических трудностей, целиком порожденных самим капитализмом, и ими же обусловлены как подготовка так и первые этапы второй мировой войны. Эволюция капитализма продолжалась на протяжении всего периода, и он попрежнему представляет собой господствующую экономическую систему на огромной, хотя и постепенно уменьшающейся части земного шара.

Эволюция социалистической части мира, сначала в одной только России, а сейчас также и в Китае и во многих других странах, имела по необходимости совершенно иной характер. Отчасти в связи с первоначальной бедностью этих стран, отчасти же как следствие ожесточенной борьбы, которую им пришлось вести для того, чтобы построить радикально новую экономическую систему в условиях постоянного вмешательства со стороны внешних врагов, социалистические страны только очень недавно начали занимать ведущее место в мировой экономике, технике и науке. Тем не менее, несмотря на это запоздание, значение достижений социалистических стран значительно больше, чем это показали бы одни их масштабы. Они представляют собой результат нового способа использования природных и людских ресурсов, который производит глубокое впечатление на рабочих капиталистических государств и даже еще больше на рабочих слаборазвитых стран. Эти рабочие добились известной степени политической свободы и сейчас требуют подлинного экономического освобождения, составляющего дополнительный мощный фактор в переходе от капитализма к социализму.

Монополистический капитал и империализм

Основной характерной чертой XX века в капиталистическом мире явился быстрый рост крупных комбинатов, трестов или картелей, частично торговых, частично промышленных, которые в конечном счете полностью захватили господствующие позиции в экономике. Даже имена их известны всему миру — «Дюпон», «Дженерал моторс», «Крупп», «Шнейдер», «Крезон», «Импириэл кемикл», «И. Г. Фарбен Индустри» и т. д., не говоря уже о номинально разброшенной империи «Стандард ойл» или огромном диапазоне интересов Морганов. Тенденция к монополии, уже явно наметившаяся в конце XIX века, имеет в первую очередь экономический источник. Тресты, осуществлявшие частичную или полную монополию, имели серьезные преимущества над небольшими конкурирующими предприятиями как в обеспечении прибылей, поскольку они уже больше не зависели от колебаний рынка, так и в способности продержаться в плохие времена. Им также благоприятствовали и такие технические факторы, как появление двигателя внутреннего сгорания, породившего автомобильную промышленность и, в свою очередь, обеспечившего широкие рынки сбыта для

новой нефтяной промышленности. Сами технические новшества, такие, как внедрение массового производства, потребовали увеличения капитала, необходимого для финансирования промышленности, достаточно крупной для того, чтобы быть прибыльной, до уровня, достичь которого могли только монополистические фирмы. И, наконец, тем же требованием вложения крупных капиталов наука также способствовала образованию монополий. Отрасли промышленности, которые были главным образом или целиком основаны на науке, такие, как химическая и электрическая промышленность, с самого начала приняли характер монополий. В результате этого, как увидим ниже (стр. 670), до 80 процентов научной работы в области промышленности проводится в научно-исследовательских отделах монополистических фирм^{6.35; 6.35}.

Самое существование трестов и картелей обеспечивает протекционирование цен, значительно превышающих конкурентоспособный уровень. Это обстоятельство в сочетании со снижением себестоимости, обусловленным крупными масштабами производства, более полно использующего технические и научные изыскания, помогло монополиям обеспечить себе все возрастающие прибыли. В результате они смогли еще больше увеличиться в объеме, сливаясь друг с другом или создавая новые предприятия. Сеть контролируемых ими предприятий, только небольшая часть которой вообще когда-либо предается гласности, ставит их во внешне непоколебимое экономическое положение. Как производственные предприятия они, несомненно, знаменуют шаг вперед по сравнению с небольшими традиционными, кустарными фирмами, разоренными или поглощенными ими. Тем не менее опыт показал, что они не более их способны избежать Немезиды, грозящей всякому производству ради прибыли. Чем выше достигнутый ими коэффициент эксплуатации рабочей силы, тем им труднее найти потребителей для производимых ими товаров среди тех же самых рабочих. Именно потребность в новых рынках сбыта и в охране уже приобретенных заставила монополии фактически взять на себя функции правительства, чтобы содействовать своим собственным целям (стр. 599).

Начиная с 1880 года правительственная политика, в частности внешняя и колониальная, в значительной степени диктовалась стремлением обеспечить все возрастающую долю мировых рынков для сбыта продукции монопольных предприятий, особенно для экспорта таких капитальных товаров, как сталь и машины. Таков образец *империализма*—некогда столь гордо кичливого, сейчас же превратившегося в позорище, нуждающееся в оправдании,—который в той или иной форме, будь то под сенью Юнион Джека (английский национальный флаг.—*Перев.*) или звездно-полосатого флага, продолжает оставаться господствующей формой капитализма.

Несмотря на то, что время от времени между монополиями различных стран заключались соглашения о разделе мировых рынков, такие соглашения никогда не могли быть прочными и вели к обострению соперничества. Лишь только распределение рынков начинало казаться не соответствующим уже более подлинной мощи той или иной державы, единственным средством для изменения этого положения становилась военная сила. Отсюда все те войны, малые и большие, которые терзали мир на протяжении последних семи-десяти лет. Сами войны и их подготовка также служили важным средством сбыта продукции самых мощных монопольных фирм стальной и химической промышленности. Они обеспечивали неограниченное число заказов, и притом без чрезмерной щепетильности в отношении договорных цен. Тем не менее, какие бы выгоды ни приносила война монополиям стран-победительниц в области увеличения рынков, основная трудность выгодного сбыта продукции промышленности не снимается, и единственной альтернативой для войны являлись жесточайшие кризисы, каких не знали предшествующие века. Холодная война представляла собой до некоторой степени выход из положения, но по мере того как она переходит в период сосуществования, основанного на мирном соревновании, снова окажется трудным обеспечить прибыльное производство.

Эти краткие замечания могут послужить вступлением к описанию политической и экономической обстановки нашего времени. Более критическая оценка ее будет дана в главе 14, после рассмотрения общественных наук (см. ниже).

Место науки и техники в эпоху монополий

Упрочение связей между монополиями, империализмом и войной непосредственно привело далее к тому, что правительства, для которых вооружения являются первоочередной обязанностью и главной статьей расходов, поручают производство нового оружия крупным монополистическим фирмам. Это оружие — реактивные самолеты, управляемые и баллистические снаряды, атомная и водородная бомбы — принимает все более научный характер, причем не только его изобретение, но и непрерывное последующее усовершенствование становится прямым делом науки. В результате правительства оказываются вынужденными проводить работы в области научного исследования и усовершенствования, которые растут исключительно быстрыми темпами. Расходы на научно-исследовательские работы военного назначения уже значительно превышают не только расходы по чисто научным исследованиям, но даже и по исследованиям в области промышленности (стр. 448).

Влияние, которое оказала на науку национализация промышленности, явилось весьма незначительным фактором по сравнению с ее военными обязательствами. Это объясняется тем обстоятельством, что, находясь в руках частных предпринимателей, национализированные отрасли промышленности были убыточными, и научно-исследовательская работа проводилась в них поэтому в очень небольших масштабах; и сейчас, после национализации, она лишь очень немного продвинулась вперед. С другой стороны, фактическая передача финансирования университетов в руки правительства в Англии и даже в цитадели свободного предпринимательства — Соединенных Штатах, обусловленная давлением контрактов на исследования для целей обороны, коренным образом изменила статус научно-исследовательской работы. Хотя в данное время контроль, осуществляемый над научным исследованием, по крайней мере в Англии, и является в значительной степени косвенным, фактически это означает, однако, что общее управление основной исследовательской работой перешло теперь в руки правительства^{6, 7; 6.14}.

Пока происходили эти процессы концентрации власти, независимые конкурирующие между собой капиталисты, господствовавшие в экономике XIX века, теперь быстро вытеснялись со своих позиций. И дело здесь не в том, что для маленького человека уже не осталось места. Фактически вспомогательные потребности современной крупной промышленности таят богатые возможности для бесчисленного множества субконтрагентов и поставщиков. Скорее это положение объясняется падением их относительного значения: они зависят от крупных фирм; они превратились в клиентов и потеряли свою независимость. Такая же утрата прежнего положения выпала и на долю изобретателей, а также ученых-любителей, игравших столь важную роль в прогрессе науки начиная с XVII века. Отныне как ученые, так и техники наряду с большинством врачей перестали быть профессионалами в старом смысле этого слова, людьми, практиковавшими свое искусство за гонорар или работавшими за собственный счет, и превратились в служащих или администраторов правительственных ведомств или крупных фирм.

Эти изменения, происходившие сначала постепенно, а затем — на протяжении второй мировой войны и после нее — очень быстро, неизбежно оказывают глубокое влияние на позицию ученых не только как индивидов, но также и в связи с их работой. Они порождают острый конфликт между непосредственной зависимостью этой категории людей от источника их существования и их ответственностью за охрану, прогресс и использование науки — проблема, к которой мы еще вернемся ниже.

Наука в социалистической экономике

До сих пор я рассматривал только те экономические тенденции, которые воздействовали на науку в капиталистических государствах. Ее развитие в Советском Союзе и других странах, решительно вступивших на путь социализма, было совершенно иным. Там, где все главные отрасли промышленности перешли в ведение государства, где не существует ни монополий, ни конкуренции, там имеется целенаправленное и сознательное стремление к максимальному развитию и использованию науки. Это было осуществлено не путем подчинения науки промышленным и сельскохозяйственным организациям, занявшим место частных предприятий, но скорее благодаря использованию старых академий и превращению их из почетных обществ, какими они стали, в активные центры исследования и высшего образования. Именно ученые, сгруппировавшиеся в академиях и институтах, планируют эту работу, направленную на обеспечение одновременно наиболее плодотворного внутреннего развития науки и максимума помощи, которая может быть оказана полному использованию естественных и людских ресурсов. Об этом будет еще сказано ниже в связи с рассмотрением различных аспектов научной работы (стр. 440 и далее, 507 и далее)^{6.10; 6.30; 6.54}.

Взаимодействие промышленности и науки

Современная промышленность целиком пропитана наукой, а некоторые ее отрасли, такие, как электрическая и химическая, в значительной степени являются ее творением. Поэтому теперь уже более нецелесообразно описывать специфические черты промышленности—как это делалось в отношении предыдущих периодов,—а затем показывать их влияние на научную мысль. Степень взаимного проникновения науки и промышленности слишком уж для этого велика. Достаточно будет попытаться выявить в последующих главах общий характер влияния техники на науку и проиллюстрировать определенные линии их взаимодействия по мере того, как они возникали.

Технические достижения XX века уже говорят о том, что мы являемся свидетелями второй или, скорее, третьей крупной промышленной революции. Такое сравнение может, однако, заслонить собой тот факт, что эта революция—революция нового рода, революция, в которой плановое научное исследование все больше и больше вытесняет индивидуальную изобретательность механиков. Далее, в то время как в центре великой промышленной революции стояли главным образом проблемы получения и передачи энергии, позволяющей освободить людей от тяжелого физического труда, революция XX века заключается в основном в замене мастерства рабочего машиной или электронным прибором и призвана освободить его от монотонной канцелярской работы или работы у станка.

Хотя первым шагом на пути к такой революции явилось создание автоматических и сервомеханизмов, это было осуществлено лишь очень недавно. Раннее развитие промышленности XX века шло скорее по линии более широкого применения механизмов, созданных в XIX веке, и охвата ими новых областей. Фактором, определяющим направление техники XX века, явилась особая рентабельность массовых средств транспорта, связи и развлечений.

В области транспорта возможность появления автомобиля, трактора, самолета была обусловлена в первую очередь созданием двигателя внутреннего сгорания, который и сам был детищем XIX века. На смену жестким и ограниченным средствам железнодорожного транспорта пришли, таким образом, миллионы небольших агрегатов, обеспечивающих гибкость и дальность передвижения и способных идти куда угодно и делать что угодно.

Удовлетворение спроса на них огромного, нового, дешевого рынка означало быстрое распространение методов массового производства. В свою очередь автомобильная промышленность и моторостроение потребовали огромного роста

производства нефти, каучука, листовой стали и пластических масс, которые быстро нашли себе множество других способов применения. Выросли новая машиностроительная и легкая промышленность, где место стационарной паровой машины заняло электричество, производимое на электростанции, а это вместе с внедрением электричества в быт породило новую тяжелую электропромышленность. Менее важными в экономическом отношении, однако более заметными и требующими большего вклада со стороны науки были новые отрасли промышленности электросвязи—радио- и телевизионная промышленность—и использование фотографии для дешевой печати и кинематографии.

К несчастью, список этот не может быть исчерпан перечнем мирных способов использования техники. Самолет чуть ли не с самого начала был предназначен главным образом для военных целей, на долю же гражданской авиации остались только жалкие крохи. Война обусловила также и всевозможные усовершенствования электроники, телесвязи, радиолокации и новые смертоносные достижения в области использования атомной энергии.

В основе механических и электрических приборов лежал быстрый, хотя и значительно менее заметный рост новой, всеобъемлющей научной химической промышленности, производящей все—от удобрений до дезинфицирующих средств, от нейлона до антибиотиков. Она была готова к выпуску взрывчатых веществ и ядовитых газов для целей войны, а сейчас превратилась в оплот производства атомного оружия и атомной энергии.

Энергия и управление

Разнообразная продукция науки, в окружении которой проходит все большая часть нашей жизни, в значительной степени зависит от использования двух весьма общих и чрезвычайно важных новых технических факторов. Первым из них является наличие *энергии* в достаточных количествах именно там, где она нужна,—идет ли речь о том, чтобы взбить яйцо на кухне, обработать 20-тонную отливку на заводе или спилить дерево в далеких лесах. Эти услуги, обеспечиваемые электрическим районированием сети и вездесущим нефтяным двигателем, являются еще одной причиной пятикратного повышения производительности труда на человеко-час, достигнутого за последние 50 лет в Соединенных Штатах.

Вторым фактором, значение которого в будущем, повидимому, еще возрастет, является точное и все более автоматизированное управление всеми промышленными операциями, будь то в области механики или химии. Многие химические заводы стали уже полностью автоматическими, причем контроль за всеми изменениями режима работы осуществляется с помощью электронных приборов. На тот же путь прочно встали также производство и сборка в машиностроении. Эти два фактора вместе взятые представляют собой источник все возрастающей мощи и мастерства, которые наука ставит на службу всех промышленных процессов в целом, тем самым беспредельно дополняя и расширяя сферу действия физической силы и умственных способностей мастера. Из двух этих факторов первый является всего лишь расширением механической энергии промышленной революции. Второй представляет собой нечто радикально новое, а именно: расширение возможностей чувств, нервной деятельности и интеллектуальных способностей человека с помощью электричества и благодаря неограниченному числу комбинаций, которое оно может обеспечить,—и безусловно, будет иметь более серьезные последствия материального и социального порядка, чем это можно предсказать.

Эти моменты теперь начинают давать о себе знать. На сцене появились атомная энергия и автоматизация. На более ранних этапах все имевшие место серьезные изменения были обусловлены увеличением размеров, а также концентрацией фабрик и заводов. Именно это обстоятельство сделало возможным рост числа промышленных исследовательских лабораторий начиная с простых опытных мастерских и кончая такими, которые

находятся чуть ли не на уровне университетских. То, что в конце XIX века происходило только в виде исключения (стр. 314), сегодня стало правилом. Наука заняла в настоящее время определенное место в промышленности. А это в сочетании с ростом числа подобных лабораторий, находящихся в ведении государства, означает, что взаимодействие между наукой и производственными процессами вообще стало теперь гораздо теснее и приобрело большее значение. Оно, несомненно, стало в XX веке чем-то радикально отличным от того, чем было в предшествовавшие века, ибо осуществляется в больших масштабах, значительно быстрее и приобретает характер совершенно сознательного взаимодействия.

Масштабы научного прогресса

Масштабы научных усилий выросли в XX веке почти до неузнаваемости. В 1896 году во всем мире имелось, быть может, каких-нибудь 50 000 человек, которые поддерживали традицию науки в целом, и лишь не более 15 000 человек из них обеспечивали прогресс познания с помощью научно-исследовательской работы. 58 годами позднее число людей, активно занимающихся научно-исследовательской работой, составило, по меньшей мере, 400 000 человек; точно же определить общее число научных работников, занятых в промышленности, государственных учреждениях и учебных заведениях, почти невозможно, однако оно, повидимому, приближается к 2 млн. человек. В значительно большей пропорции возросла сумма расходов на нужды науки: с менее полу-миллиона ф. ст. до 2 млрд. с лишком, что, учитывая изменения денежного курса, составляет увеличение в 400 раз. Это означает среднюю норму роста—10 процентов в год. На протяжении последних нескольких лет темпы этого роста были гораздо большими, доходя до 25 процентов (стр. 448). Такие темпы значительно превышают темпы роста любого другого элемента в обществе, в том числе даже и военных расходов. Наука, однако, все еще находится далеко позади, ибо, хотя до 90 процентов ее расходов идет на исследования и усовершенствования для военных целей, сумма эта составляет всего 12 процентов общей суммы военных расходов.

Такие темпы означают больше, чем простое увеличение масштабов. Они являются сами по себе показателем глубокого изменения в характере науки и в ее взаимоотношениях с обществом. О наличии такого изменения говорит как множество показателей внутри самой науки, так и растущая зависимость от нее промышленности и правительства. Эта зависимость стала всецело взаимной. Непомерно возросла не только общая стоимость науки, но и стоимость отдельных ее компонентов.

Даже оставляя в стороне машины, стоящие много миллионов долларов и совершенно необходимые сейчас во многих областях физического исследования, стоимость обычной лаборатории по карману разве только самым богатым лицам, и содержание таких лабораторий не может себе позволить даже большинство учебных заведений, результатом чего является их вынужденная зависимость от крупных дельцов или правительства.

Другой существенной чертой происшедших изменений является перемена географического размещения науки. В 1896 году практически вся мировая наука концентрировалась в Германии, Англии и Франции. Остальные же научные центры в Европе и Америке в действительности представляли собой вспомогательные местные филиалы науки этих стран, а в Азии и Африке наука была сравнительно мало развита.

И в то время как в старых центрах наука к 1954 году выросла значительно, но неравномерно, колоссальное ее развитие в Соединенных Штатах и Советском Союзе совершенно затмило этот рост. Япония, Индия и Китай вносят сейчас существенный вклад в прогресс науки, а ее распространение на остальной колониальный мир едва ли может дожидаться ликвидации империалистических ограничений.

Можно с уверенностью сказать, что происходит процесс формирования мировой науки, науки, с самого начала сознательно связанной с расширением промышленного и сельскохозяйственного производства. Следует также отметить, что, хотя философия науки в социалистических и капиталистических странах, равно как и важнейшие линии применения науки, существенно различаются, обе системы достигли такого состояния, при котором они все более настоятельно в ней нуждаются.

Быстрота реализации научных открытий

Третьей характерной чертой науки в XX веке является значительно более непосредственная и быстрая реализация научных открытий. Хотя попрежнему остается справедливым, что наука, на которой в полном своем объеме базируется вся техника, является, в области производства энергии, электричества и химии, наукой XIX века, изобретения, целиком зависевшие от более поздних открытий, наложили свой отпечаток на жизнь человеческого общества, играя в ней, быть может, второстепенную, но своеобразную роль. Радиолокация и телевидение, пластические массы и искусственное волокно, синтетические витамины, гормоны и антибиотики—все это только первые образцы того, что даст нам великая научная революция XX века, но вместе с ними, если мы не будем осторожны, она может принести и массовое применение атомных и водородных бомб, радиоактивных и бактериологических смертоносных веществ. Все это лишь примеры принципа более важного, чем все они вместе взятые, а именно—принципа универсальной возможности использовать естествознание, немедленно или самое большее через несколько месяцев или лет, для формулирования и разрешения любой проблемы практической жизни. То, что в XIX веке происходило едва ли не случайно или было порождено гением и силой характера какого-либо отдельного изобретателя, подобно Бессмеру, или ученого-общественника, как Пастер, представляет собой сегодня общепризнанный и чуть ли не повседневный метод разрешения проблем промышленности, сельского хозяйства или здравоохранения.

В самом деле, мы достигли такой стадии, когда оставлять решение таких проблем на волю старого, испытанного друга—случая или кустарщины—было бы глупо и явно во вред себе самим. Исследование и усовершенствование стали общепризнанными занятиями, нашедшими свое воплощение в быстро растущих институтах. Наука непосредственно вплетена сейчас в промышленность, благодаря чему она сама расширила свои рамки и преобразовалась. Однако на этом развитие ее не остановилось. Увеличивающиеся масштабы применения науки и настоятельные требования, которые предъявляют к ней война и военные приготовления, еще теснее связали ее с правительствами, в то время как во вновь созданных социалистических странах она с самого начала по необходимости участвует в каждом конструктивном их мероприятии. Именно из этого ее опыта выросло новое сознание ее могущества как фактора общественного преобразования. Современное общество зависит сейчас от науки в самом своем существовании. Мы начинаем видеть осуществление в этом столетии чаяний таких людей XVII века, как Декарт, который говорил, что благодаря науке мы сможем «сделаться хозяевами и господами природы» (стр. 245).

Сегодня мы принимаем участие в кульминационной стадии революции, которую 400 лет тому назад начали такие люди, как Декарт. Революция эта может сравниться по своему значению с той, в результате которой появились первые человеческие общества; благодаря открываемым ею дальнейшим перспективам она даже еще важнее той, которая последовала за изобретением земледелия. Теперь совершенно очевидно, что человек близок к достижению такого состояния, при котором он сможет управлять своим материальным окружением посредством сознательного использования науки. Он может гарантировать себя от нужды, ликвидировать скучный, изнурительный труд и быстро уменьшить бедствия, которые несут с собой болезни. В какой мере все это будет

осуществлено, целиком зависит, как нам сейчас ясно, от способности человека преобразовать общественное устройство так, чтобы обеспечить сотрудничество, необходимое для достижения этих целей и для преодоления тех сил, которые этому мешают. Таким образом, наука о человеческом обществе и о законах его преобразования начинает занимать центральное место в определении будущих судеб человечества.

То, что наука способна воздействовать на жизнь человека на благо или во вред ему, уже не может вызвать сколько-нибудь серьезных сомнений. Задача сейчас состоит скорее в том, чтобы направить ее на конструктивные, а не на разрушительные цели. Это, однако, является значительно более серьезной проблемой, чем любая другая в рассматриваемых нами областях науки. Мы еще вернемся к ней в конце главы 14, когда сможем дополнить нашу аргументацию соображениями, почерпнутыми из физической, биологической и общественных наук. Здесь же достаточно будет рассмотреть лишь более непосредственный и практический вопрос о максимально быстрой реализации научных достижений или о том, каким образом ликвидировать разрыв между научными идеями и их практическим применением. Этот разрыв, достигший в XIX веке огромнейших размеров, существовал по причинам в первую очередь экономического, а не технического порядка (стр. 341). Потребовались аномальные условия двух великих мировых войн, чтобы на практике доказать возможность его сокращения и показать, каким путем это могло бы быть сделано даже в мирное время.

Влияние войны на науку и ученых

Первая мировая война, поощрившая развитие бомбардировочной авиации, танков и отравляющих газов, явилась известным предвкусением—исключительно горьким—того, что может сделать наука в войне. Непосредственно объединив ученых и деловых людей, побуждаемых требованиями войны и имеющих в своем распоряжении относительно неограниченные денежные средства, она заставила их понять, что нет никакой необходимости ожидать долгие годы, прежде чем постепенно, шаг за шагом, путем опытов и испытаний, можно будет полностью внедрить какую-либо идею в производство. Однако стоило только усвоить этот урок, как он был тут же почти совершенно забыт, свидетельством чему могут служить медленные темпы развития в период между двумя войнами таких явно прибыльных дел, как реактивный двигатель (стр. 434) и телевидение (стр. 421). Для того чтобы прочно усвоить и практически применить этот урок, потребовалась вторая мировая война. Первым наглядным доказательством этого положения явилось производство атомной бомбы, которая из сделанного в 1938 году научного открытия расщепления атома как с трудом обнаруживаемого процесса выросла к 1945 году в смертоносное чудовище, на что было израсходовано больше денег, чем было затрачено на науку на протяжении всей истории человеческого общества вплоть до настоящего времени (стр. 414 и далее).

Наука и планирование

Война дала самый выдающийся пример сознательного использования науки в XX веке. Этот новый, синтетический подход стал отныне применяться во всех областях промышленности и сельского хозяйства. Нет сомнения в том, что сознательное использование науки было с самого начала политикой нового социалистического общества, вызванного к жизни революцией 1917 года. Промышленность, сельское хозяйство, медицина и даже сама наука начали планироваться, вместо того чтобы быть брошенными на произвол экономических сил. При всем своем явно неодобрительном отношении к Советскому Союзу промышленники и правительства капиталистических стран начали копировать его тенденции к планированию. В свете опыта успехов и неудач становилось очевидным, что применение науки не происходило просто

так, само собой, а что следовало прежде определить потребности людей, после чего приложить сознательные, плановые научные усилия для выявления средств к удовлетворению этих потребностей. Это пробуждающееся осознание функции науки было одной из наиболее характерных черт социальной революции XX века. Оно соответствовало столь же далеко идущей, но пока все еще тоже не завершенной революции внутри самой науки.

Серьезные и трагические события этого времени—кризисы, войны и революция, что бы они ни значили для тех главных целей, для которых использовались наука и техника, были, как все мы знаем, вполне совместимыми с буйным новым расцветом науки. Поток новых открытий и изобретений, глубина и размах новых научных теорий представляют собой при всей их новизне всего лишь продолжение внутреннего развития научного эксперимента и мысли, непрерывно прогрессирующих с самой эпохи Возрождения. Сокровенная природа прогресса науки в наше время может быть объяснена причинами, кроющимися во внутренней истории науки, хотя даже и здесь влияние внешних факторов нередко проявлялось с большой силой. Тем не менее беспримерные масштабы и темпы всего этого движения непосредственно связаны с факторами технического и экономического порядка. То же можно сказать и об общей стратегии прогресса и относительных усилиях, посвященных различным областям науки.

Наука себя окупает

Главным и решающим фактором является то, что начиная с 90-х годов XIX века и притом быстро усиливавшимися в периоды первой и второй мировых войн темпами наука начала себя окупать. Она стала, совершенно сознательно и непосредственно, тем, чем давно уже являлась бессознательно и от случая к случаю, а именно—существенной частью производства. Это было нечто, во что стоило вложить капитал—или прямо, путем создания научно-исследовательских лабораторий, или косвенно,—субсидированием университетов, где могли бы подготавливаться работники для этих лабораторий и проводиться основная исследовательская работа, выгодная для всех.

За период в 50 лет в том положении, какое наука занимала в обществе, произошла полная перемена, в ходе которой уже сейчас можно различить три этапа. В начале периода, в 90-х годах, мы все еще находимся в эре *частной* науки, науки маленькой лаборатории профессора или задней комнатухи изобретателя. Следующий этап, впервые наметившийся в 20-х и 30-х годах XX века, представляет собой эпоху *промышленной* науки, эру научно-исследовательской лаборатории, расходующей несколько десятков тысяч фунтов стерлингов, а также соответственно расширенных факультетов при университетах и новых, субсидируемых научно-исследовательских институтов. Третий этап, который начал вырисовываться в Советском Союзе, а в период второй мировой войны стал всеобщим, представляет собой этап науки *государственной*, когда расходы по исследованию и усовершенствованиям достигают уже сотен миллионов фунтов стерлингов и нужны огромные, как города, учреждения, чтобы вместить всех необходимых для них людей и оборудование. На все это может найти средства только государство, хотя оно и может прибегнуть к помощи монопольных фирм,—которые сами по своим правам являются почти государственными,—чтобы израсходовать за него эти средства в форме контрактов на работы по исследованию и усовершенствованию.

Каждому новому расширению масштабов этой работы сопутствует увеличение степени участия в ней науки. На первом этапе наука призвана обеспечивать частные усовершенствования и создавать небольшие аппараты. На втором—ее роль заключается в обслуживании целых новых научных отраслей радиопромышленности или промышленности сложных медикаментов. На третьем этапе наука проникает в крупнейшие предприятия—военное производство, превращенное в главный центр государственного капиталистического

предприятия, или же в великие конструктивные или преобразующие природу мероприятия социализма.

Наука и повседневная жизнь

Наряду с этим ростом научного усилия происходило и дальнейшее проникновение науки в двух направлениях—в процессы промышленности и аппарат повседневной жизни. Наука становится и все более полезной и все более привычной. Каждая фаза в развитии промышленности и сельского хозяйства насыщена сейчас наукой, и процесс этот принимает все более сознательный характер. Применяются научные приборы, и научные концепции заменяют существовавшие с незапамятных времен традиции, выросшие на основе обобщения опыта работы на станках и полях.

Та же тенденция распространяется теперь и на быт. Не только наиболее сложные научные аппараты, такие, как телевизионные приемники, становятся обиходными вещами, но в повседневную жизнь людей—в стряпню и стирку, уход за детьми и поддержание здоровья и красоты—пробивают себе путь продукты и идеи науки. Помешать распространению нового, серьезного и захватывающего интереса к науке не в состоянии никакие хитрости и выдумки рекламы. И несомненно, что этот интерес, в свою очередь, дает практический толчок науке. Массовый рынок сбыта для научных приборов начинает становиться важным источником дохода, а это способствует развитию научного исследования; в то же время интерес широких народных масс к самой науке вызвал к жизни новую профессию—*научную журналистику* и с жадностью читаемую *научную беллетристику*.

Стратегия научного прогресса

Хотя все эти соображения общего порядка и могут до известной степени объяснить быстрое увеличение масштабов и темпов развития науки на протяжении столетия, они все же нуждаются в более детальном изучении, прежде чем может быть дан какой-то обзор определенных направлений, по которым развивался прогресс в отдельных секторах науки. Только в некоторых случаях, и притом не самых важных в научном отношении, экономические потребности оказали на прогресс специфических отраслей науки непосредственное воздействие. В качестве примера можно привести зависимость изучения атмосферного электричества от развития беспроводной связи и последующего применения принципов отражения в радиолокации (стр. 420). Более обычными являются случаи, когда толчок давался достижениями внутри самих наук, и эти последние расцветали повсюду, где достижения находили себе широкое и выгодное применение как во время войны, так и в мирных условиях. Примерами могут служить усиленные поиски антибиотиков, следовавшие за выделением пенициллина (стр. 492), и создание атомной бомбы вслед за открытием ядерного деления (стр. 414). Этот тип взаимоотношений между наукой и обществом, существовавший еще в ранние времена, был уже описан выше. Что характерно для XX века, так это огромный размах промышленной деятельности, основанной на науке, и быстрота взаимодействия между научным и техническим прогрессом. Что представляли собой некоторые из видов такого взаимодействия, будет в общих чертах показано в следующих главах.

Реакция ученых на исторические события

Однако результатов событий в самой науке и действия технических и экономических факторов, даже взятых в их совокупности, еще недостаточно для того, чтобы объяснить характер и дух прогресса науки в XX веке. Большую роль сыграло здесь также влияние, оказанное на умонастроения самих ученых теми серьезными событиями, в обстановке которых они жили, и моральными проблемами, поставленными лично перед ними их все более активным участием в происходящем и ответственностью за него. Все эти факторы имели

общий, а не специальный характер, и им поэтому невозможно приписать заслуги в отдельных достижениях. И все-таки именно они обусловили тягу или отвращение тех или иных научных работников к таким спорным областям науки, как ядерная физика и микробиология, на том основании, что эти последние оказались отождествленными с атомными бомбами или бактериологической войной.

Чаще всего ученые реагировали на сложившуюся обстановку тем, что вычеркивали неудобные факты из своего сознания; однако самый этот процесс означал, что их научные интересы были сосредоточены в более абстрактном, или, как они выразились бы, в более чисто научном направлении. То обстоятельство, что некоторые ученые все настойчивее твердят о чистоте и свободе науки, уже само по себе служит показателем их неспокойной совести в отношении социальных последствий их работы и влияния общественных изменений на будущее самой науки (стр. 681 и далее). С другой стороны, небольшое, но все увеличивавшееся число ученых приветствовало крушение старого порядка, свидетелями которого они были, и поняли, каким образом сама наука могла явиться освободительной силой как благодаря своему косвенному влиянию, путем преобразования промышленности, так и непосредственно, расширяя кругозор людей и предоставляя им большие возможности для реализации их способностей. Эти противоречивые тенденции порождали конфликты, раздиравшие науку, однако это же обстоятельство могло фактически способствовать ее прогрессу, поскольку критика всегда была фактором развития науки, а в XX веке в особенности никакая теория или догма не были от нее гарантированы. Внутренне это выразилось в том, что наука подвергалась нападкам в результате своей собственной непоследовательности, внешне же — в том, что ученые все больше и больше втягивались в экономическую и политическую борьбу своего времени.

Рост фашизма

До 1933 года, несмотря на потрясения первой мировой войны, ученые как таковые пользовались надежным и до известной степени привилегированным положением как в своей собственной стране, так и на международной арене. Предполагалось, что их труд, направленный на установление истины во благо человечества, ставил ученых над повседневными конфликтами государств и классов. С приходом к власти Гитлера на них обрушилась первая волна преследований, которые сами были основаны на извращении науки, некогда служившем средством оправдания религиозных предрассудков. Фашисты, вдохновленные своими расистскими теориями, сначала лишили ученых-евреев возможности зарабатывать себе хлеб, затем направили удар против их научных убеждений; в результате во многих странах появились выдающиеся ученые-беженцы, которые несли с собой свои бесценные знания, а также кое-что от философии и предрассудков немецких интеллигентов.

Двенадцати лет фашистского господства, апофеозом которого явилась разрушительная война и бессмысленное «научное» уничтожение десятков миллионов беззащитных людей, должно было бы оказаться достаточным для того, чтобы наглядно доказать людям науки, не в меньшей степени, чем другим, ту опасность, которую все еще таит в себе безответственная алчность капитализма, равно как и необходимость принятия мер для предотвращения повторения всех ужасов войны. Однако самая чудовищность бедствий и тревога за будущее, которую они порождали, резко усиленная проверками благонадежности и лояльности, оказали на большинство ученых в капиталистических странах парализующее влияние. Они видели себя частью огромной машины и, отдавая себе отчет в том, что эта машина может сделать, были бессильны остановить ее движение. Позиция приспособления, которой избежало только меньшинство, не может ограничиваться вопросами политического и экономического порядка; она неизбежно отразилась и на характере научного

мышления, сделав его во всех отношениях более осторожным, туманным и мистическим и прежде всего—пессимистическим.

Ученые в социалистическом мире

Позиция ученых в социалистических странах была поляризована их опытом в другом направлении. С одной стороны, они пострадали от безжалостных разрушений в Европе и Азии, стерших с лица земли плоды многих лет тяжелых усилий и жертв. На своем собственном опыте они получили известное представление о той бессильной ненависти, которую они внушали лидерам капиталистического мира. С другой стороны, их вдохновляли надежда, та способность к возрождению и обновлению, которую показали народы опустошенных стран, и твердые перспективы значительно больших, чем прежде, достижений—при условии сохранения мира. Такая позиция нашла свое положительное выражение в большой конструктивной научной работе. В то же время она, к несчастью, имела и отрицательные результаты. Отчасти в связи с напряженностью внешней обстановки, отчасти как следствие известных пороков, имевших место в результате культа личности Сталина, в науке Советского Союза и близких ему стран народной демократии распространился догматический дух. Это привело к дискуссиям, одна из которых—дискуссия по генетике—будет рассмотрена ниже. Все это оказало на советскую науку вредное влияние и вызвало известное отчуждение среди многих ученых за рубежом. Те же тенденции привели к переоценке национальных достижений Советского Союза и, соответственно, к умалению значения научных достижений в капиталистических странах. Однако такие тенденции, как сейчас выясняется, были временными заблуждениями периода холодной войны, и в нынешней атмосфере ослабления международной напряженности они заметно идут на убыль. Между капиталистическими и социалистическими странами усиливаются научные контакты, основанные на принципе взаимности, в особенности в важнейшей области атомной энергии. Это не означает, что больше уже не осталось вообще никаких спорных вопросов. Однако они лежат уже не в области самой науки, где голос логики и опыт обеспечивают соглашение, по необходимости носящее временный характер, а скорее в сфере теоретических вопросов, где более важную роль играют идеологические влияния социального и исторического порядка.

Фазы преобразования в XX веке

То, каким образом экономические и политические факторы взаимодействовали с развитием науки, станет яснее и конкретнее, если рассматривать этот вопрос в связи с прогрессом различных отраслей науки, что мы и попытаемся сделать в следующих главах. Такой подход неизбежно нарушит хронологический порядок изложения, но наука стала столь многообразной и движется вперед настолько быстро, что в этом случае мы потеряем меньше, чем если попытаемся разделить период на части и, как в предыдущих главах, будем рассматривать прогресс всей науки в целом в каждый период. Однако события произошли настолько недавно и настолько свежи в памяти большинства читателей этой книги, что, очевидно, будет достаточно коротко их перечислить, а затем сосредоточить на них внимание, раздел за разделом, по мере их возникновения. Сделать это тем легче, что наш век, быть может, больше, чем любое другое время в истории человечества, резко разбивается на ряд четко очерченных фаз, каждая из которых имеет свои характерные черты. Обе великие войны, с их непосредственным следствием—революцией, обрамляют начало века. Они представляют собой главные события как в науке, так и в истории человечества.

До того как разразилась первая мировая война, всемирно господствовавший капитализм достиг своей последней стадии—богатого, мирного, но все более беспокойного века империализма. Период между двумя войнами ознаменовался утверждением Советского Союза, как жизнеспособной эконо-

мической единицы, и глубоким экономическим кризисом капитализма, с фашизмом как его следствием. После второй мировой войны и победы освободительного движения в Европе и Азии реакция объединяет свои силы и объявляется «холодная война». Сейчас этот период уступает место периоду мирного сосуществования обеих систем, что явилось результатом того тупика, в который зашла проблема ядерной энергии, и явного нежелания народов всех стран быть втянутыми в новую и еще более разрушительную войну (см. ниже), хотя до тех пор, пока в мире существуют два враждебных друг другу вооруженных лагеря и пока атомная война не будет запрещена, нельзя с уверенностью сказать, что опасность ее миновала. Эти изменения, вместе с заметным выходом на мировую арену (*émergence*) народов слаборазвитых и в прошлом колониальных стран, свидетельствуют о том, что [перед человечеством] определенно открывается новая фаза всеобщего преобразования общества.

При подробном анализе взаимодействия науки и общества достаточно будет иметь в виду общий характер различных периодов и помнить, что начиная с 1917 года необходимо рассматривать две мировые экономические системы и что с 1945 года на мировую арену выступают народы Азии и других слаборазвитых стран.

В следующих четырех главах будет последовательно прослежен прогресс физической, биологической и общественных наук. Подход к их рассмотрению будет по необходимости в каждом отдельном случае различным. В области физических наук, которые рассматриваются в главе 10, в XX веке произошла революция, имевшая столь же важное значение и гораздо более быстрая по темпам, чем великая революция XVII века. Эта революция в огромной степени повысила значимость физических наук как средств понимания не только физики, но и всякой отрасли науки вообще. С другой стороны, биология, как будет показано в главе 11, подверглась почти столь же радикальному преобразованию, которое, однако, ознаменовалось скорее быстрым ростом этой науки, чем каким-либо резким перерывом в ее развитии. Воздействие на нее приходило главным образом извне, в форме новых технических приемов, новых идей и новых объяснений со стороны других наук, под давлением новых проблем, выдвигаемых растущим сельским хозяйством и медициной.

Положение общественных наук, в свою очередь, представляет собой совершенно иную картину. В отношении естествознания нам предстоит разрешить в этой книге задачу выделения социальных и экономических факторов, а также результирующих сил из суммы познаний, которые отражают природу, в значительной степени не зависимую от человеческого общества. С другой же стороны, в отношении общественных наук, где то, что отражается, и есть само человеческое общество, наша задача состоит в том, чтобы выделить всякую объективную реальность из лабиринта почтенных традиций и новых теорий, сознательно или бессознательно служащих увековечению господства богатых. По этой причине рассмотрение здесь общественных наук должно быть значительно более широким и значительно дальше уходить вглубь истории. Оно не может быть ограничено, как в случае физических и биологических наук, одним XX веком. Соответственно с этим общественным наукам посвящаются две главы. Первая из них, 12-я, рассматривает общий характер общественных наук и их историю до XX века; вторая, 13-я, доводит рассказ до наших дней.

Глава 10

ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ В XX ВЕКЕ

ВВЕДЕНИЕ

Данная глава посвящена обширному разделу современной науки, который в самых общих чертах может быть назван разделом физических наук, подразумевая под этим термином также и основанные на них технические приемы. Физические науки—категория, легче определяемая путем исключения, чем перечисления, как отрасль науки, не затрагивающая изучения живых существ или их продуктов как таковых. Так, например, изучение угля как топлива или как источника получения химических продуктов входит в область физических наук; изучение же образования угля и тот свет, который оно проливает на условия, некогда существовавшие в угленосных лесах,—дело биологических наук. Единство физических наук обеспечено общим количественным подходом к проблемам, хотя в области космологических наук—астрономии и геологии все еще в значительной мере преобладает качественное описание. Это единство, которому угрожали раскольнические тенденции XIX века к специализации, было с тех пор укреплено широким диапазоном новых наблюдений и теориями атома и кванта. Хотя старое деление на обширные области физики, химии и космологии и остается еще в силе, однако сейчас оно признается только как практическое, рабочее деление; лежащая в основе его картина материи является общей для всех этих наук. Вот почему почетное место при рассмотрении физических наук должно быть отведено развитию атомной физики как в связи с ее абсолютным значением, так и потому, что первоначальное ее открытие и последующая разработка почти целиком принадлежат нашему веку.

Происшедшая в XX веке революция в области физики неизбежно вызвала разрыв преемственности между наукой и техникой, более отчетливый, чем в какой-либо предыдущий период, и это несмотря на значительно уменьшившееся расстояние между теорией и практикой. Основные сравнительно новые продукты техники, даже автомобиль и самолет, а также методы их строительства, в частности метод массового производства, все еще базируются на науке скорее XIX, чем XX столетия. С течением времени этот разрыв смыкается все быстрее и быстрее, или, вернее, он обходит весь круг промышленных процессов по мере того, как технические приемы, основанные на новых физических знаниях—сначала в области электроники, а позднее ядерной физики,—проникают в старые отрасли промышленности и создают новые, такие, как производство телевизионного оборудования и атомной энергии. Существование разрыва преемственности между наукой и техникой и активные преобразования, происходящие в промышленности, являются одной из причин, почему нам кажется желательным изменить в этой главе порядок изложения, которого мы придерживались в предыдущих главах, и рассматривать события в области техники раньше научных событий. Другой и гораздо более основательной причиной этого, по отношению к которой первая представляет собой в действительности следствие, является то, что в XX веке отношения между наукой и техникой быстро меняются местами. Наука все в меньшей степени следует за техникой, а техника все больше идет по стопам науки.

Соответственно эта глава будет начата с рассмотрения (10.1, 10.2, 10.3) великой революции в области физики и некоторых из ее наиболее непосредственных технических последствий, нашедших свое выражение в атомной тео-

рии и электронике (10.4). Это приводит к рассмотрению (10.5) влияния атомной теории и связанных с ней новых технических приемов на химию и космологические науки. Далее (10.6) идет рассмотрение техники XX века с ее центральными достижениями—автомобилем и самолетом, на службу которых поставлено все более электрифицированное массовое промышленное производство и научная химическая промышленность (10.7), причем и то и другое связано с более умной эксплуатацией естественных ресурсов (10.8) и всепоглощающей сегодня тенденцией к использованию науки в военных целях (10.9). В конце главы (10.10) делается попытка выявить взаимосвязи между наукой и техникой, показать взаимоотношения их с современными общественными движениями и предсказать кое-что из того, что готовит нам будущее (10.11). Исчерпывающее рассмотрение конструктивного и разрушительного применения науки откладывается до тех пор, пока не будет возможным принять во внимание также и биологические и общественные науки.

Революция в области физики и ее фазы

Физика XIX века представляла собой величественное достижение человеческого ума, достижение, которое казалось людям, осуществлявшим его, шагом вперед к определенному завершению нашего представления о действии естественных сил, покоящемся на надежной основе механики Галилея и Ньютона. Этому представлению суждено было распасться в самом же начале XX века и смениться новым, до сих пор еще не завершенным. Изучение характера этой революции может обеспечить важные сведения о внутреннем развитии науки и ее взаимоотношениях с обществом.

Хотя революция в физике разразилась внезапно,—можно определить ее дату с точностью чуть ли не до года—1895,—она с тех самых пор продолжала развиваться постоянно нараставшими темпами и все шире распространяться на всю область физики в целом и за ее пределы. Она включает в себя такие моменты неожиданных открытий, как открытие рентгеновских лучей и радиоактивности в 1895—1896 годах, структуры кристалла—в 1912 году, нейтрона—в 1932 году, деления ядра атома—в 1938 году и мезонов—между 1936 и 1947 годами. Она включает также и великие теоретические достижения в области синтеза, такие, как квантовая теория Планка в 1900 году, специальная теория относительности Эйнштейна в 1905 году и его общая теория в 1916 году, атомная теория Резерфорда—Бора в 1913 году и новая квантовая теория Резерфорда в 1925 году. Можно, однако, различить великое движение, лежащее в основе этих решающих достижений, и увидеть, что движение это не представляло единого процесса, а распадалось, по крайней мере, на три отдельные фазы, каждая из которых была связана со специфическими чертами экономической и общественной систем.

Первая фаза, охватывающая период с 1895 по 1916 год, может быть названа героической, или, в другом аспекте, любительской стадией современной физики. В это время исследуются новые миры, создаются новые представления, главным образом с помощью технических и теоретических средств старой науки XIX века. Это все еще период в основном индивидуальных достижений: супругов Кюри и Резерфорда, Планка и Эйнштейна, Брэггов и Бора. Физические науки, в частности сама физика, все еще были достоянием университетской лаборатории; они были мало связаны с промышленностью, аппаратура была дешева и проста; это все еще была стадия «сургуча и веревки».

Тем не менее физика уже начала проникать в промышленность. Так, например, крупная криогенная лаборатория Лейденского университета, построенная в 1884 году, находилась в тесном контакте с холодильной промышленностью. Институты «Кайзер-Вильгельм гезельшафт» в Берлине—Далеме были основаны в результате заинтересованности немецкой тяжелой промышленности в научно-исследовательской работе. В 1909 году фирма «Дженерал электрик компани» пригласила пользовавшегося уже в то время извест-

ностью физика Ирвина Ленгмюра для руководства своей новой научно-исследовательской лабораторией. И несомненно, что именно эти начинания обусловили огромный рост прикладной науки.

Вторая фаза, с 1919 по 1939 год, ознаменовала первое массовое внедрение промышленных методов и организованности в физическую науку. Фундаментальное исследование попрежнему проводилось главным образом в университетских лабораториях, однако отдельные крупные ученые возглавили научные группы, начали пользоваться дорогим оборудованием и поддерживали тесные связи с крупными промышленными исследовательскими лабораториями. В то время как число ученых, работавших в области физики, значительно возросло и они обладали невиданными доселе средствами, сама физика начинала расширять сферу своей деятельности и проявлять новые качества. Она также начинала становиться доходной статьей в промышленности, в частности в области радио, телевидения и контрольных механизмов. Уже в 30-х годах влияние военных приготвлений начало заметно поляризовать физические науки. В военных целях были установлены тесные связи между руководителями исследовательской работой в области физики и химии и промышленностью, а также государственными научно-исследовательскими организациями.

Третья фаза, которая хотя и продолжалась всего несколько лет, тем не менее имеет свои определенные специфические черты и вытекает из еще большего расширения физической науки во второй мировой войне. Она по существу своему представляет собой первую фазу государственной науки, неся вместе со своими в огромной степени возросшими возможностями столь же огромную опасность оказаться направленной по ложному пути и подвергнуться известным ограничениям. Расширение сферы деятельности физики можно увидеть из того, что число лиц, ежегодно выпускаемых физическими факультетами английских университетов, выросло за 1938—1948 годы с 300 до 750 человек, а число членов Физического общества—с 1500 до 5000 человек.

Это увеличение означало также все большую концентрацию физической науки по сравнению с предыдущей фазой. То обстоятельство, что прогресс науки был непосредственно связан с прогрессом промышленности и вооружений, обусловило, что в капиталистических странах сама наука все больше и больше становится по преимуществу американской. Аппаратура стала столь дорогой, а необходимые для ее обслуживания кадры столь многочисленными, что позволить их себе не может даже промышленность, и только наиболее могущественные государства могут вносить серьезный вклад в физическую науку. Перспективы старых культурных центров сравнительно снизились, поскольку они располагают лишь небольшими возможностями и не могут соперничать с условиями научной работы в Соединенных Штатах. Далее, впервые в истории союз науки с войной вызывал раскол внутри нее самой. Перед учеными поставлено требование соблюдения строжайшей тайны, а с этим связаны проверки политической лояльности, и сама наука неизбежно теряет всякую претензию на политически нейтральный характер.

Между этими двумя фазами вклиниваются два периода военной науки: 1914—1918 и 1939—1945 годы, которые мы должны считать столь же характерными для XX века, как и межвоенные годы. Научный их вклад, однако, носил совершенно иной характер. Военные годы, особенно годы второй мировой войны, были прежде всего периодами ускоренного и планового применения науки. В обоих случаях будущее сознательно приносилось в жертву настоящему. Огромное научное усилие было употреблено на то, чтобы вызвать разрушения и бедствия; тем не менее самый успех этого усилия показал, что могло бы быть сделано, если бы то же усилие было направлено на конструктивные цели. И обе войны, особенно последняя, обеспечили физическую науку как ожидавшими разрешения проблемами, так и материальными средствами для их разрешения.

10.1. ЭЛЕКТРОН И АТОМ

Физика в 1896 году

За какие-нибудь 50 лет великие движения XX века и сопровождавшая их революция в физической науке изменили физику почти до неузнаваемости. Чтобы понять эту революцию, необходимо вернуться несколько назад и рассмотреть позицию и статус науки в начале века. Атмосфера к концу XIX века была такой, в которой связанная и удовлетворительная теория сочеталась со все более успешным практическим ее применением. Электромагнетизм Фарадея и Максвелла использовался в новых электрических осветительных и силовых сетях. Термодинамика Клаузиуса и Гиббса начинала оказывать свое влияние на проектирование тепловых двигателей и химических установок. В воздухе, несомненно, веяло новыми изобретениями. Электромагнитная теория должна была вызвать к жизни радио; термодинамика уже привела к созданию двигателя внутреннего сгорания, который должен был обусловить возможность дешевого транспорта и воздушные полеты. Все это, однако, было всего лишь дальнейшим расширением ранее утвердившегося познания и не обещало привести к чему-нибудь радикально новому.

Электрический разряд

Изменения должны были прийти со стороны тех отраслей физики, которыми до тех пор пренебрегали и где наблюдались явления, нелегко примирявшиеся с классической картиной; однако к виду явления эти казались столь незначительными, что не вызывали серьезных сомнений в возможности включения их в эту картину в будущем. Одним из первых эту кору благодушия, характерного для физики XIX века, пробило изучение электрического разряда. Явления искр, дуг и кистевых разрядов всегда казались туманной и трудно объяснимой, хотя и увлекательной второстепенной отраслью физики. В середине XIX века эти явления привлекли к себе некоторое внимание в связи с модой на дуговое освещение, но к концу века это последнее должно было уступить место лампам накаливания. Однако опыты с электрическими разрядами в вакууме также дали блестящие результаты, а потребность новой электропромышленности породили стремление к усовершенствованию вакуумной техники. Следствием как этого возрожденного интереса, так и новых технических приемов явилось в конце XIX века несколько новых наблюдений, имевших серьезное значение. Многие из них, казалось, не поддавались интерпретации в рамках классической физики. В 1896 году сэр Уильям Крукс (1832—1919), продолжая наблюдения Фарадея, относившиеся еще к 1838 году, заметил яркое свечение, исходящее из отрицательного конца, *катода*, высокоэвакуированной разрядной трубки. Оно, казалось, состояло из некоего рода частиц, вырывавшихся из катода. Он назвал эти *катодные лучи* новой *лучистой* формой материи. Этот термин оказался пророческим, ибо именно из получения множества таких обладающих огромной скоростью излученных частиц должна была вырасти новая физика.

Рентген и рентгеновские лучи

Такая возможность мелькнула перед мысленным взором Джонстона Стоней (1826—1911), и он в 1894 году назвал катодные лучи *электронами*; Жан Перрен (1870—1942) показал, что они имели отрицательный заряд (1895); Дж. Дж. Томсон (1856—1940) измерил их скорость (1897). В ноябре 1895 года направление исследований было внезапно изменено в связи со случайным и совершенно непредвиденным открытием. Конрад фон Рентген (1845—1923), в то время незаметный профессор физики в Вюрцбурге, купил одну из новых катодно-лучевых разрядных трубок с целью выяснения ее внутреннего механизма. Уже через неделю он натолкнулся на загадочное явление, имевшее место *снару жи* трубки; из нее исходило нечто, имевшее свойства, существова-

ния которых в природе до сих пор нельзя было себе даже представить; нечто, заставлявшее флуоресцирующие экраны светиться в темноте и затемнявшее фотографические пластинки через черную бумагу. При этом получались весьма удивительные фотографии—фотографии, показывавшие наличие монет в кошельках и костей в руке. Рентген не знал, что представляло собой это «нечто», поэтому он назвал его «Х-лучом» (в нашей литературе носит название «рентгеновский луч». — *Ред.*). Это было в полном смысле слова научное открытие; такой луч мог увидеть каждый, и неудивительно, что уже через несколько дней известие о нем облетело весь мир; оно стало темой бесчисленных острот в мюзик-холлах, а через несколько недель почти все без исключения крупные физики повторили этот опыт для себя и демонстрировали его перед изумленной публикой.

Электрон

Однако какой бы огромной ни была непосредственная ценность рентгеновских лучей, в особенности для медицины, их конечное значение было еще большим для физики и естествознания в целом, ибо открытие таких лучей должно было дать ключ не к одной, но ко многим отраслям физики. В первую очередь оно дало Дж. Дж. Томсону возможность углубить свое понимание генераторов рентгеновских лучей—катодных лучей, или электронов,—ибо он нашел, что не только электроны, ударяясь о какое-нибудь вещество, порождали рентгеновские лучи, но что и рентгеновские лучи, ударяясь о любое вещество, порождали электроны. Они могли производить ионы, или заряженные частицы в газах, и это в значительной степени объясняло таинственные свойства электрических разрядов, включая самый большой из всех электрических разрядов—вспышку молнии. Открытие, что электроны, которые внешне казались совершенно одинаковыми, могли извлекаться из самых различных видов вещества, указывало на то, что они являются электрической материей. Однако эта материя состояла из отдельных частиц—она была атомистична,—и именно учет этого факта заставил Дж. Дж. Томсона сделать первый решающий шаг к раскрытию внутренней структуры атома.

Возрождение атомизма

Именно настойчивое утверждение взгляда на атомы как на совершенно реальные единицы отличает физиков XX века от их предшественников в XIX веке. XIX век открылся атомной теорией Дальтона в химии. Он явился, далее, свидетелем торжества атомизма в структурных формулах органической химии, но, как указывалось в части V (стр. 329), в конце XIX века одно из течений в науке в значительной степени под влиянием Маха и Оствальда, было антиатомистическим и стояло за разъяснение свойств, приписываемых атомам, под углом зрения более общих субстанций и отношений. Сам Ньютон был атомистом, однако его механика, обобщенная Лагранжем и Гамильтоном, годилась для картины пространства, в котором свойства только незначительно менялись от места к месту.

Интуитивная догадка Фарадея и ее преобразование Максвеллом в электромагнитную теорию света, представляющую собой по самой своей сути теорию силовых полей, придавала этому «полевому» типу теории огромный престиж. Как мы увидим, он должен был получить дальнейшее обобщение в теориях относительности Эйнштейна.

Непрерывность составляла доминирующее условие в теории физического поля, которая не легко могла примириться с прерывностью атомов и с еще большей прерывностью, открывшейся в квантовой теории. Как и в самом начале зарождения сознательного представления о физических явлениях, идея атомов казалась революционной и всегда связывалась с общим атеистическим и революционным направлением мысли. Поля, подобно совершенным геометрическим формам, имеют устойчивый и непрерывный характер. Такой взгляд

казался значительно более безопасным с точки зрения физики, но попытка восстановить его представляла собой отступательный маневр, который не мог выдержать напора потока новых знаний, объяснимых только в рамках атомистической теории.

Беккерель и радиоактивность

К 1897 году атомы окончательно заняли свое место в физике благодаря тому, что, как это ни парадоксально, они уже не были больше атомами (неделимыми, стр. 107), а проявили совершенно обескураживающую возможность дробиться. И не только тем простым способом, какой показал Дж. Дж. Томсон. Одновременно было сделано еще одно открытие, имевшее даже еще большее значение. Не прошло и четырех месяцев после открытия рентгеновских лучей, как Беккерель (1852—1909) во Франции, думая, что рентгеновские лучи должны находиться в какой-то связи со свечением, появившимся в разрядных трубках, попытался выяснить, не имеют ли подобные свойства также и другие тела, которые испускали такое же свечение, как, например, минералы и соли, в частности соли урана. И, как это ни удивительно, оказалось, что они действительно обладали этим свойством. Здесь было нечто вроде подлинной случайности в истории науки (стр. 339). Намек, брошенный Анри Пуанкаре (1854—1912), побудил Беккереля удостовериться, не было ли между рентгеновскими лучами и фосфоресценцией какой-нибудь связи. Отец его собрал великолепную коллекцию фосфоресцирующих веществ. Беккерель мог бы с таким же успехом выбрать цинковый сульфид, как и урановые соли, и открытие явления радиоактивности и всего того, что оно означало для атомной физики, могло бы задержаться еще на 50 лет. Кто знает, сколько еще таких же простых явлений, способных революционизировать нашу науку, скрыто вокруг нас.

Новые таинственные лучи, излучающиеся из урана, были также способны проникать в материю, и получались они без помощи какого-либо аппарата, сразу же из, казалось бы, инертных и неизменных химикалий.

Супруги Кюри и радий. Превращение атомов

Это открытие явилось еще более сильным ударом по физическим и химическим верованиям XIX века. Работа величайшего из химиков, самого Лавуазье, установила закон неизменности элементов. Он был установлен как прямое опровержение претензий старых алхимиков на возможность изменения или создания материи; здесь же как будто была материя, фактически самопроизвольно изменяющаяся, без малейшего стимула, который вызвал бы такое изменение. Это было в равной степени ударом по теории сохранения энергии. Откуда бралась энергия, столь очевидная в новых радиоактивных соединениях? Она могла исходить только изнутри самого атома. Но ведь чуть ли не бесконечно малое количество радиоактивного материала выделяло значительные количества энергии. Это означало, что энергия содержалась в атоме в количествах, которые и во сне не снились тем, кто потреблял энергию, производимую сжиганием топлива, на чем базировалась промышленность XIX века.

С той минуты, как была открыта *радиоактивность*, научный прогресс двинулся вперед быстрыми шагами, несомненно более быстрыми, чем в любой другой период истории науки. За короткий промежуток времени, в 6 лет, были раскрыты основные черты спонтанных изменений атомов. Пьер Кюри (1859—1906) и его жена Мари (1867—1934), полька по происхождению, первая женщина—выдающийся ученый, что само по себе уже было знамением времени, нашли значительно более сильные источники, чем первоначально бравшийся уран. Они выделили элементы нового вида, такие, как *полоний* и *радий*, последний из которых был настолько мощным, что сам светился в темноте и мог причинять серьезный и в конечном счете роковой вред здоровью находившихся вблизи от него людей.

Резерфорд и Содди. Радиоактивные превращения

Резерфорд изучил характер самих радиаций и показал, что один тип их, альфа-лучи, являлся чем-то опять-таки совершенно новым в науке. Эти лучи состояли из материальных частиц, выбрасывавшихся с немислимыми скоростями. Резерфорд показал, что атом радия выделял из себя атомы гелия, который сам представлял собой редкий и странный элемент, первоначально обнаруженный на Солнце, в связи с характером излучаемого им света, после чего оставался другой атом—атом эманации радия. Это была алхимия, но естественная алхимия; ибо ничто из того, что мог сделать кто-либо до этого времени, не могло изменить скорости распада атомов и их превращения в другие атомы соответственно установленным правилам радиоактивного распада. Набожные люди принимали это открытие просто как еще одну неисповедимую тайну природы и утверждали, что разгадать ее не удастся никогда. С помощью великолепного сочетания физических и химических приемов Резерфорд, находившийся тогда в Монреале и работавший с блестящим химиком Содди, проследил эти превращения и в период между 1899 и 1907 годами раскрыл целые семейства естественных превращений: одно из урана, одно из тория и одно из актиния. Каждый радиоактивный элемент излучал альфа-лучи или бета- и гамма-лучи и превращался в другой, причем всякое превращение заканчивалось соответствующим неактивным элементом—свинцом. В ходе изучения этого процесса выяснилось, что элементы не были простыми и однородными, что каждый элемент мог содержать ряд химически подобных атомов, однако физически распадающихся различным путем. Это были изотопы, которым суждено было так много дать позднее.

Планк и квантовая теория

Вначале такой хаос явлений настолько выходил из рамок существовавшей теории, что их приходилось принимать просто как голые факты. Но уже в то время другая отрасль физики дала ключ, который помог распутать эти загадки. Открытие электрона сразу же вызвало трудности в теории излучения света. Если свет производится вращающимися или колеблющимися электронами, то по мере утери электронами энергии в результате их радиации свет должен непрерывно изменять свой цвет. Однако совершенно очевидное свидетельство постоянства длины волны в оптических спектрах показывало, что в действительности таких изменений не происходило. Другое противоречие проявилось в теории теплоты. Согласно классической электромагнитной теории света, вся энергия нагретого тела должна быть сосредоточена в области коротких волн. Оно должно было бы выглядеть голубым, однако выглядит красным. Бесконечно игнорировать эти противоречия было невозможно; однако хотя Макс Планку (1858—1947) и удалось в 1900 году найти их объяснение, но он сумел избежать от затруднения экспериментального порядка только для того, чтобы вызвать новое, имевшее теоретический характер. Планк фактически выдвинул предположение, что атомы отнюдь не могли отдавать энергию непрерывно, а выделяли ее порциями. Иными словами, он нашел, что энергия, подобно материи, была атомистичной, но что эта атомистичность заключалась не в самой энергии, а в любопытном количестве действия (или произведении энергии на время). Следовательно, существовал постоянный квант действия, или предельное количество действия, постоянная Планка ($h=6,6 \times 10^{-27}$ эрг/сек), контролировавшая количественно все энергетические обмены в атомных системах.

Эйнштейн и фотон

Альберт Эйнштейн первым практически применил вытекающий отсюда вывод в новой области физики. Он объяснил, почему электроны, выбиваемые из металла лучом окрашенного света, двигались с одной и той же скоростью независимо от того, был ли свет слабым или интенсивным. Они могли погло-

щать только такие кванты энергии, какими обладал свет; больше света означало больше квантов, а не более крупные кванты. Скорость, однако, зависела непосредственно от цвета, то есть от частоты света. Нарисованная Эйнштейном картина электронов, производимых светом, ударяющимся о металл, говорила о том, что один вид частиц, *фотон*, или атом света с частотой ν , передавал свою энергию другому виду частиц, электрону, со скоростью v или энергией E , в соответствии с уравнением $E = \frac{1}{2}mv^2 = h\nu$. Фактически он перевернул волновую теорию света и вернулся к старой идее Ньютона, утверждавшей, что свет состоит из частиц.

Атомное ядро

Полное применение квантовой теории к структуре атома должно было, однако, ожидать двух других решающих открытий. В 1910 году два сотрудника Резерфорда—Гейгер и Марсден—показали, что альфа-частицы, эти естественные снаряды, вместо того чтобы прямо пройти через тонкие слои материи, время от времени отбрасывались назад. Из этого удивительного результата Резерфорд (он сравнил это явление с пятнадцатидюймовым снарядом, отскакивающим от листа бумаги) сделал тот простой вывод, что частицы эти должны были ударяться о что-то очень маленькое и очень твердое. Фактически он понял, что атомы имеют *ядро*. Ядро было вторым партнером электрона, и поскольку электроны заряжены отрицательно, ядро должно иметь положительный заряд, в точности равный полному заряду окружающих его электронов. Как были расположены электроны? Эта проблема имела много любопытных аналогий с проблемой расположения планет в солнечной системе, озадачивавшей ученых эпохи Возрождения, и указывала на подобное же решение, которое, несомненно, удалось Ж. Перрену в 1901 году, но доказать которое было невозможно без наличия фактов, исходивших из совсем другой области, а именно — открытия волновой природы рентгеновских лучей.

Фон Лауэ и Брэгги. Рентгеновские лучи и кристаллы

В 1912 году фон Лауэ открыл, что рентгеновские лучи могут *дифрагироваться* кристаллами, что было весьма похоже на дифракцию обычного света любой структурой с тонкими бороздками, как, например, перо, тонкая ткань или граммофонная пластинка, где бороздки имеют величины, приближающиеся к длинам световых волн (стр. 258). Оказалось, что рентгеновские лучи дифрагируются объектами того же порядка величины, что и сами атомы, и поэтому имеют соответственно более короткие волны, чем свет. Это открытие фон Лауэ было столь же важным по своим последствиям, как и первоначальное открытие самих рентгеновских лучей. Первыми его подхватили Уильям и Лоренс Брэгги, отец и сын, показавшие возможность измерения длины волн рентгеновских лучей, а одновременно также и определения структуры кристаллов с точки зрения расположения составляющих их атомов.

Атом Резерфорда—Бора

Вскоре после этого, в 1913 году, исключительно талантливый молодой физик Мозли (1887—1915) (впоследствии убитый под Галлиполи), работая в лаборатории Резерфорда в Манчестере, измерил длину волн рентгеновских лучей ряда различных элементов и показал, что они подчиняются весьма простому закону, находясь в точной зависимости от порядкового номера атома или от числа электронов в каждом виде атома. Между тем лаборатория Резерфорда в силу авторитета самого ученого уже привлекла к себе внимание некоторых самых блестящих умов, когда-либо совместно работавших в области физики. Среди них был молодой датчанин Нильс Бор, сумевший объединить все четыре изолированных момента: тяжелое ядро, обнаруженное в опыте с альфа-частицами, элементарные законы, открытые задолго до этого Бальмером (1825—1898) в отношении частот в спектре водорода, закономерность

для длин волн рентгеновских лучей различных элементов и квантовую теорию Планка, послужившую основой для объединения всех этих моментов. Подобно новому Кеплеру, он показал, что атом мог быть представлен как солнечная система, в которой каждый электрон имеет свою собственную орбиту, и что свет или рентгеновские лучи возникали только тогда, когда электрон перемещался с орбиты высокой энергии на другую, более низкой энергии.

Атом Резерфорда—Бора, атом XX века, теперь прочно занял свое место в том смысле, что, как это было с ньютоновой астрономией, он мог быть использован для предсказания свойств атомов, исходя из простого знания содержащегося в них числа электронов. Это объясняло, почему атомы могли излучать или поглощать свет только определенной частоты. Могли быть объяснены и сложные спектры, а также найдены *уровни энергии* электронов в различных атомах. Сама концепция уровня энергии является квантовой. Она означает, что каждая атомная или молекулярная структура может существовать в большом количестве состояний с различными характеристиками колебаний, подобно обертонам музыкального инструмента, и что *разности* энергий между состояниями могут быть найдены путем измерения *частот* излучаемого или поглощаемого света.

Новый атом в химии

Но идея атома Резерфорда—Бора могла сделать еще значительно больше. Она могла быть непосредственно использована для объяснения таинственных и капризных законов химии. Во-первых, она объясняла, почему различные атомы имеют специфические для каждого из них свойства; почему некоторые могут образовывать металлы, а другие нет и почему опять-таки некоторые представляют собой инертные газы. Особенно устойчивыми казались соединения с определенным числом электронов—2, 8, 18, 32. Если их было больше положенного числа, то дополнительный электрон или электроны находились в более свободном состоянии. В веществах, составленных из таких атомов, свет заставлял электроны легко колебаться и сильно отражался, что было характерным свойством *металла*. Если число электронов было меньше необходимого для образования комплекта, то электроны различных атомов сочетались так, чтобы возможно выгоднее распределить между собой свои заряды; результатом являлась неметаллическая нейтральная молекула, подобная молекулам газов или органическим молекулам. Если соединялись атомы *металлов* и *неметаллов*, то атом металла отдавал свой лишний электрон атому неметалла, становясь положительно заряженным *ионом*, а неметаллический *ион*, теперь заряженный отрицательно, соединялся с ним посредством простого электрического притяжения и образовывал *соль*. Таким образом получила физическое и количественное объяснение вся картина таблицы элементов, расположенных по семьям и рядам, к которой за 50 лет до того великий русский химик Менделеев пришел путем логического рассуждения. В таблицу эту входят 92 естественных элемента, от водорода до урана, потому что в ней имеются элементы, содержащие в своих ядрах 1, 2, 3, 4 и вплоть до 92 положительных зарядов, и каждый имеет свой собственный атомный номер.

Структура кристаллов

Открытия фон Лауэ и Брэггов должны были, однако, иметь еще и другие, более далеко идущие последствия. Путем анализа относительного расположения атомов в кристаллах Брэгги смогли создать новую структурную кристаллографию, которой, в свою очередь, суждено было изменить представления химиков о природе кристаллов и молекул. Казалось, был найден новый микроскоп, позволяющий увидеть расположение химических атомов. Он мог показать, с одной стороны, что молекул совсем не было в таких простых солях, как поваренная соль, представлявших собой правильные скопления положительных ионов натрия и отрицательных ионов хлора; с другой стороны, молекулы

действительно существовали в таких веществах, как нафталин, где группы крепко сцепленных друг с другом атомов отделялись от других групп—химических *молекул* XIX века—большими пространствами. Фактически рентгеновский анализ должен был сначала подтвердить, а затем и уточнить структуру молекул, к которой химии пришли путем остроумной математической логики, основанной на превращениях этих молекул в другие. Там, где применить эти химические методы было невозможно, как, например, в области металлов и силикатов, рентгеновские лучи были непосредственно способны раскрыть атомную структуру и одновременно объяснить особые и полезные свойства таких веществ.

10.2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Первая мировая война. Относительность

Прогресс физики после ряда открытий, о которых мы сейчас рассказали, был задержан первой мировой войной, резко оборвавшей первый, героический период современной физики. Война призвала некоторых, но отнюдь не большинство ученых на военную службу; однако даже и там, где этого не случилось, она существенно задержала, исключая нейтральные страны, чисто научные исследования не призванных в армию ученых-экспериментаторов. Но ученые-теоретики в большинстве своем продолжали свою работу, и именно к этому периоду относится одно из величайших достижений в истории человеческой мысли—завершение в 1915 году Эйнштейном *общей теории относительности*. Между тем относительность, по сути дела, принадлежит скорее науке XIX, чем XX века. Основной чертой науки XX века была прерывность и атомистика; с другой стороны, относительность попрежнему представляет собой континуум и теорию полей; однако поля относительности значительно шире, чем электромагнитные поля Максвелла. Это новые поля пространства—времени. Специальная теория относительности, выдвинутая Эйнштейном в 1905 году, показала, что поскольку наблюдению поддается только относительное движение, то пространство и время являются до известной степени взаимозаменяемыми и зависят от движения наблюдателя. Десятью годами позднее Эйнштейн смог ввести до этого произвольную и таинственную силу тяготения в общую картину пространства—времени, но для того, чтобы это сделать, ему пришлось порвать не только с механикой Ньютона, но и с еще более прочно обоснованной геометрией Евклида.

Эквивалентность массы и энергии

При всей своей популярности теория относительности попрежнему представляет собой теорию, разобраться в которой очень трудно. Однако значение ее в науке зависит от двух тесно между собой связанных соотношений: эквивалентности массы и энергии и особого предельного характера скорости света. Первое из них, выраженное формулой $E=mc^2$, где E означает энергию, m —массу и c —скорость света, дает теоретическое выражение огромного количества энергии, заключенного в атоме. Позднее было показано, что эта энергия является источником всей сконцентрированной во вселенной энергии—энергии Солнца и звезд, этих первых реакторов ядерной энергии. Солнце обогревает нас, фактически становясь при этом легче, сжигая свой водород, превращающийся при этом в гелий—вид огня, который наследники Прометея, не убоявшись постигшей его судьбы, спускают с неба в форме водородной бомбы. Столь же важным фактом является предельный характер скорости света. Показав, что все скорости являются относительными, Эйнштейн смог также объяснить, что, несмотря на непрерывное ускорение, ни одна частица не может перемещаться быстрее, чем критическая скорость света, ибо по мере того, как она приближается к этой скорости, одновременно возрастают ее энергия и масса, так что становится все труднее и труднее заставить ее двигаться быстрее.

Научное содержание теорий Эйнштейна

Теории Эйнштейна при всей их абстрактности и несмотря на тот факт, что они возникли в результате глубоких размышлений о значении предшествовавшей им научной теории, были, тем не менее, в конечном счете почерпнуты из экспериментов и обусловили практические результаты. Отправным пунктом для рассуждений Эйнштейна послужили трудности, присущие одной отрасли физики XIX века и заключающиеся в попытке обобщить электромагнитную теорию света, показав, что видимая скорость света зависит от той скорости, с какой наблюдатель перемещается через предположительно неподвижный эфир. Это был знаменитый эксперимент Майкельсона—Морлея, величайший негативный эксперимент истории науки. Ибо в ходе его не было найдено никакой разницы в скорости света, с какой бы быстротой и в каком бы направлении ни перемещался наблюдатель. Несколькими годами позже Дж. Дж. Томсон показал, что электроны в электрических полях высокого напряжения не перемещаются с той скоростью, какая от них ожидалась бы согласно классической физике Ньютона. По мере того как они двигались быстрее, они казались более инертными и с трудом поддавались ускорению. Оба эти эффекта были объяснены в специальной теории относительности Эйнштейна.

Общая теория относительности Эйнштейна пошла гораздо дальше. В ней он попытался включить в сферу системы мер пространства и времени также тяготение. Особое значение этой теории состоит в том, что она избегает всякого обращения к тому, что обычно называется таинственными силами, которые, подобно тяжести, или, выражаясь более научно, силе тяготения, действуют на расстоянии. Вместо этого Эйнштейн постулировал, что когда тело является свободным, то есть не находится в физическом контакте с другими телами, не подвержено действию каких-либо сил, то в таком случае форма его движения выражает просто качество пространства—времени в тех местах, через которые оно проходит. В соответствии с этой теорией наша Евклидова геометрия применима только к пустым пространствам, ибо вблизи тяжелых тел пространство является изогнутым. Такая точка зрения знаменует возвращение к первоначальной идее Пифагора о естественных круговых движениях в небесной системе, однако возвращение на более высоком уровне, поскольку это уже больше не полумистическая интуиция, но математическое объяснение, поддающееся самому точному количественному доказательству.

Если бы все, что сделал Эйнштейн, ограничилось отысканием альтернативного и более точного выражения для тяготения, чем то, которое нашел Ньютон, он был бы Коперником новой эры; но он сделал больше: он показал, что новый метод дает результаты, более соответствующие выводам эксперимента. Он смог объяснить видимое перемещение положения звезд вблизи Солнца отклонением их лучей изогнутым пространством, а также разъяснить неравномерность передвижения планеты Меркурий. Наконец ньютонова теория солнечной системы была определенно усовершенствована.

Звездная астрономия и гигантские телескопы

К тому времени, однако, все это давно уже потеряло то значение, которое впервые приняло в те дни, когда предполагалось, что орбиты семи планет представляют собой небесные ступени. К XX веку астрономия, несомненно, почти полностью утратила как свое классическое, так и средневековое значение для выражения божественного плана мира и вычисления гороскопов, а также ту ценность, какую она имела в эпоху Возрождения как вспомогательное средство в мореплавании. Однако кое-что от ее престижа все же сохранилось, и это давало возможность заокеанским астрономам выжимать из черствых дельцов достаточно денег для конструирования совершенно бесполезных телескопов. Телескоп-гигант, несомненно, представлял собой самый благородный пример «явного расточительства» в анализе капитализма Вебленом^{6.178}. Он еще нагляднее свидетельствовал о бескорыстии, чем переброска европейских

замков через Атлантический океан, и в то же самое время сохранял здоровый дух соревнования. Внутренний диаметр телескопов увеличивался, и дальность их действия возрастала из столь же явных побуждений соперничества, как это имело место с морскими орудиями. Каково бы, однако, ни было их происхождение, рост числа обсерваторий с новыми аппаратами для фотографирования и спектроскопами позволил астрономии шагнуть далеко за пределы солнечной системы, к звездам и туманностям, которые, включая и наш собственный Млечный путь, были теперь признаны островными мирами, как это впервые предположил в 1755 году Кант.

Астрофизика

Открытия спектроскопии в XIX веке положили начало изучению внутренней структуры небесных тел на основе исследования излучаемого ими света. К XX веку астрофизика начинает становиться общепризнанной отраслью науки, областью, в которой работа лаборатории и обсерватории полностью сливается воедино. С самого же начала астрофизика приняла отличный от земной физики характер в том смысле, что она раскрывает структуры не только в пространстве, но и во времени. Произведенная в 1913 году Г. Н. Расселом классификация спектральных типов звезд безошибочно указывала на эволюционную преемственность. Космология, казалось, предполагала космогонию; то, какими вещи являются сейчас, не могло не вызывать вопроса о том, как они возникли. Таким путем астрономия опять начинала приобретать кое-что от своего прежнего значения. Если она и не раскрывала плана рациональной вселенной, раз и навсегда установленного благодетельным божеством, как верили древние и даже Ньютон, то вместо этого показывала развертывающуюся драму сотворения, которая, повидимому, содержала нечто поучительное для людей. Однако великое развитие познания истории вселенной должно было прийти как следствие дальнейшего развития ядерной физики. Эйнштейн сделал только первый шаг, хотя шаг этот и должен был иметь решающее значение. Он показал, что начала механики могут быть поставлены под сомнение. Теория квантов в ее старой, а тем более в ее новой форме еще сильнее поколебала основы ньютоновой физики. Эта революция должна была стать столь же важной и столь же чреватой дальнейшими возможностями, каким было ниспровержение Аристотеля в эпоху Возрождения.

Эйнштейн и мистификация науки

Однако в равной степени справедливо и то, что эффект работы Эйнштейна, за узкими рамками тех специальных областей, в которых она может быть применена, носил характер общей мистификации. После первой мировой войны за нее с жадностью ухватились разочарованные интеллигенты, как за средство, которое помогало им в их отказе взглянуть в глаза действительности. Им нужно было только употребить слово «относительность» и сказать «все является относительным», или «это зависит от того, что вы под этим подразумеваете». Относительность легла в основу работ множества популяризаторов тайн науки, включая и «бест-селлеры» физиков Эддингтона и Джинса. Эддингтон (1882—1944) действительно был до такой степени упоен своей подлинной заслугой в объяснении трудных моментов теории относительности, что у него зародилась идея возможности любого научного открытия посредством одного только чистого мышления и логики. Остается только пожалеть, что люди были, повидимому, настолько глупы, что для того, чтобы понять известные вещи, им необходимо было предварительно увидеть их. Джинс (1877—1946) вновь открыл старую идею платоников и пифагорейцев, утверждавших, что все является математикой и что бог, создавший эту математическую вселенную, должен был сам быть великим математиком.

Физические теории XX века были не более теорий предшествовавших веков свободны от влияний, исходящих от идеалистических течений вне пределов

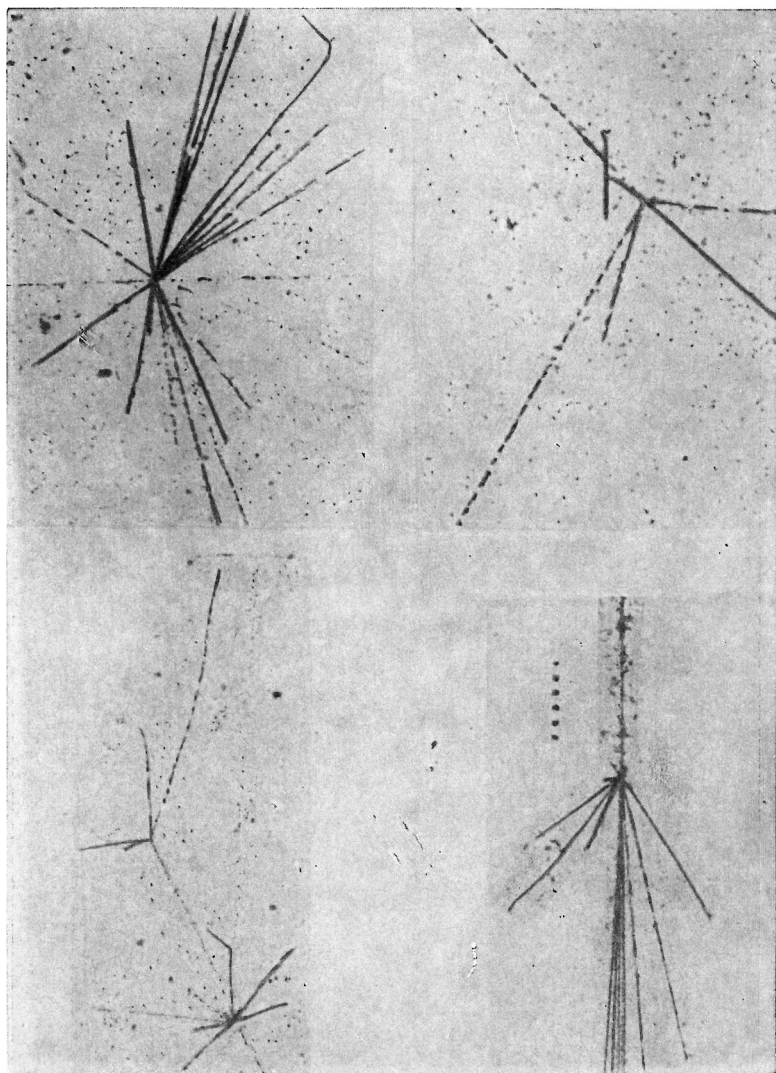


Фото 1. Распады ядер, вызванные космическими лучами и зарегистрированные в фотоэмульсиях.

Вверху слева: быстрая легкая частица, ударяющаяся о тяжелое ядро и вызывающая его взрыв.

Вверху справа: ядро лития, выделенное из расщепляющегося ядра, вслед затем распадается на две альфа-частицы.

Внизу слева: расщепляющееся ядро выбрасывает мезон, захватываемый другим ядром, которое вслед затем тоже взрывается.

Внизу справа: быстрая тяжелая частица, столкнувшись с ядром, сама распадается, выбрасывая узким пучком шесть альфа-частиц.

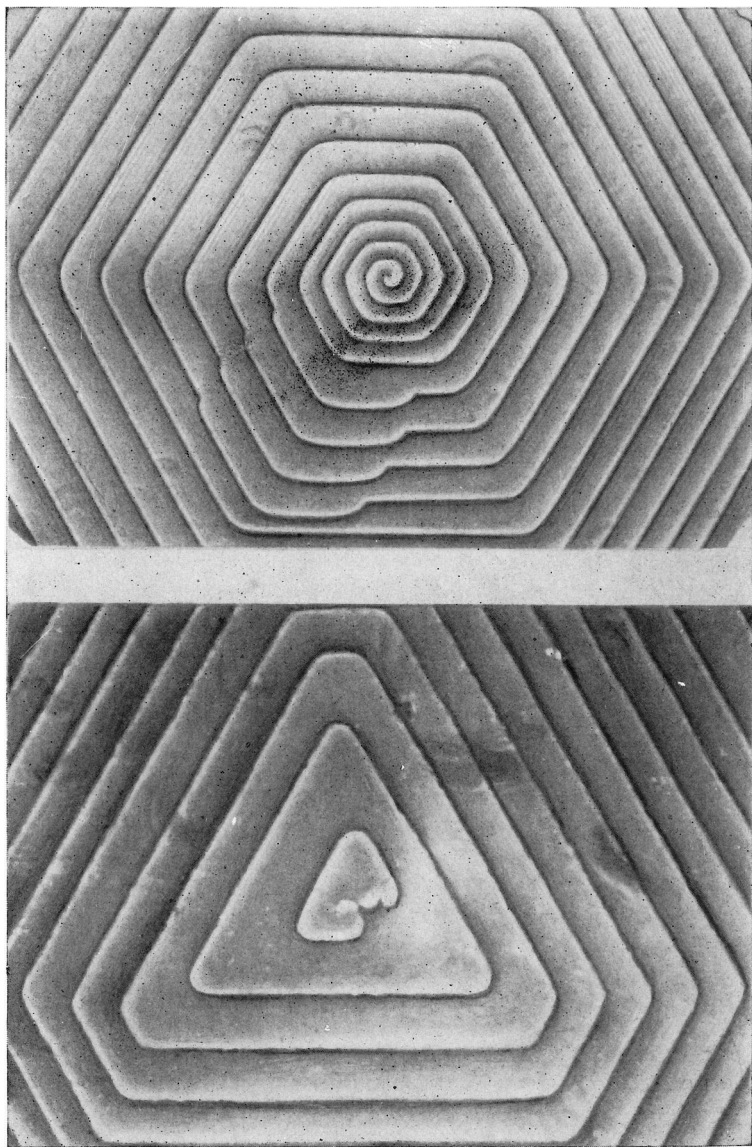


Фото 2. Рост кристаллов карбида кремния ($\times 400$).
Вверху: одинарная спираль линий роста. Внизу: двойная спираль,
образующая последовательные замкнутые полосы роста.

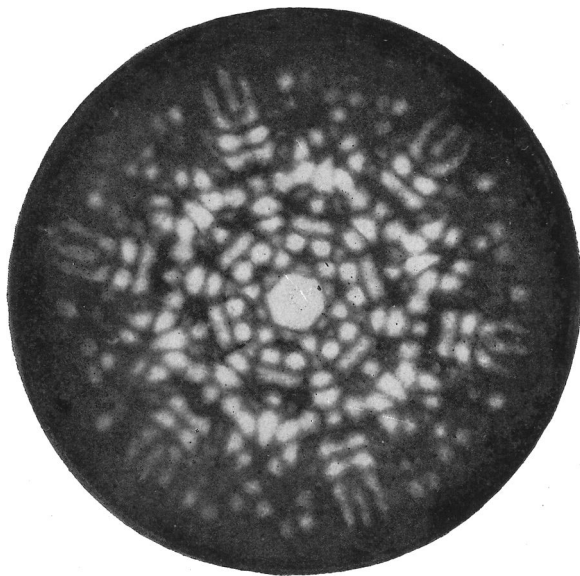
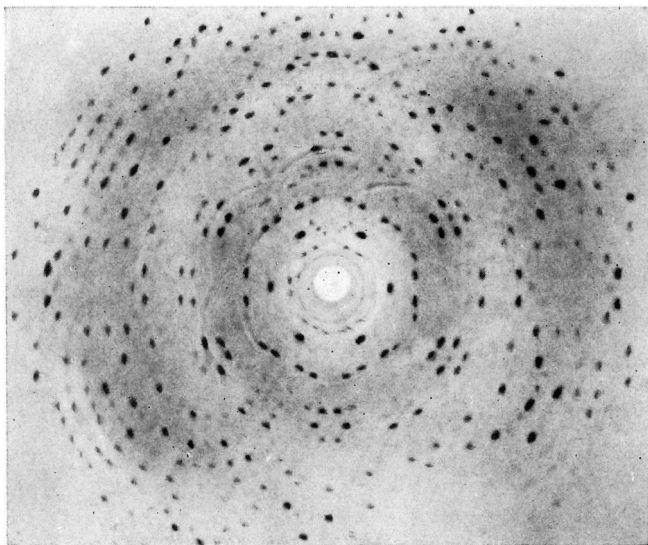


Фото 3. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах.
 Вверху: кристалл пепсина вдоль гексагональной оси (Перути). Внизу: дифракционная картина от модели гексагональной молекулы (Липсон).

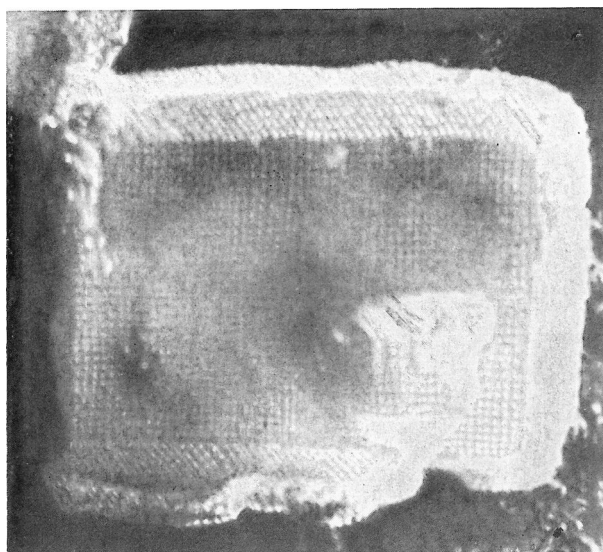
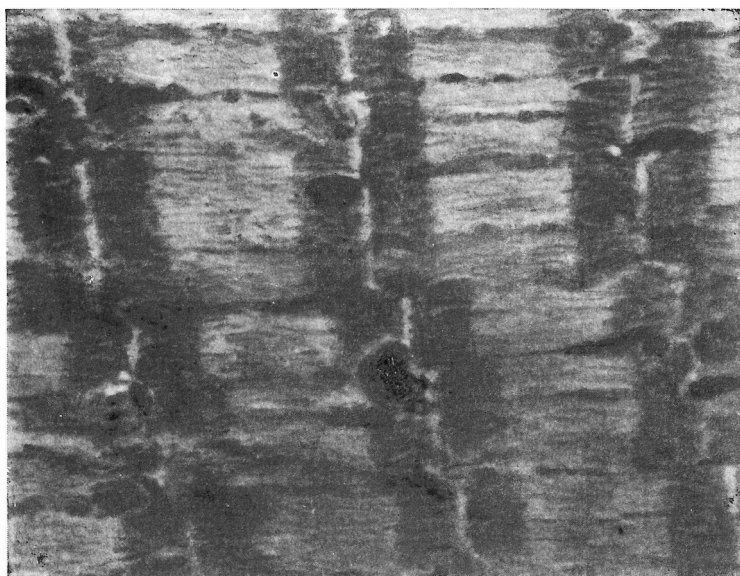


Фото 4. Электронный микроскоп и биологические препараты ($\times 20\ 000$)

Вверху: полосатая мышца. Обратите внимание на мелкие разветвления волокон и полосы (Бухтал). Внизу: вирусный кристалл. Обратите внимание на правильное расположение частиц (Выков)

науки. При всех своих символических и математических формулировках они все еще воплощают многое из того бегства от действительности, источником которого является в конечном счете религия, все более и более занятая обеспечением дымовой завесы для махинаций капитализма. Преобладающее влияние на формулировку современных физических теорий имел позитивизм Эрнста Маха (стр. 571). Большинство физиков так прониклись этим *позитивизмом* в годы своей учебы, что считают его не остроумным методом объяснения объективного мира с позиций субъективизма, а неотъемлемой частью науки. Это положение было почти в самом начале рассматриваемого периода блестяще разоблачено В. И. Лениным в его труде «Материализм и эмпириокритицизм»^{6.151}; однако мистификации теоретической физики попрежнему продолжались, и потребуется еще много лет аргументации и накопления опыта, включая и опыт политический, прежде чем логический базис физики будет очищен от идей, не имеющих ничего общего с материальным миром.

Эксперимент—базис теории

Фактическая история развития современной физики достаточно ясно говорит о том, что своими успехами она практически в каждом случае, за важным исключением предсказания Юкавой мезона, была обязана открытиям, делавшимся в процессе экспериментов, и что эти эксперименты приводили к тому, что не было порождено теорией, в то время как теория была позднее призвана объяснить эксперименты. Между тем природа теоретического объяснения представляет собой нечто большее, чем изложение средствами языка; физическая теория полностью выражается уравнениями, связывающими комплекс символов. Ценность формул заключается, однако, не в красоте или простоте формулы, но в том количестве экспериментальных фактов, которые могут быть с ее помощью объяснены. Вот почему великие обобщения XX века имеют такое большое значение.

Теория относительности и квантовая теория охватывают значительно более широкую область экспериментов, чем это делали классические теоретические синтезы XIX века. Они указывали путь к новым экспериментам, которые часто бывали плодотворными. Однако эти теории систематически терпели неудачу в попытках надлежащим образом объяснить все, что не было включено в них, в первую очередь путем эксперимента.

Новая квантовая теория

Лучше всего это иллюстрирует следующий этап в истории физики XX века. Первоначально созданная Бором квантовая теория атома в принципе должна была бы объяснять структуру всех атомов и молекул. На практике, однако, было обнаружено, что здесь мы сталкиваемся с весьма досадной трудностью. Квантовые числа, приписываемые уровням энергии в единичных атомах, оставались, как этого требовала теория, целыми числами, однако в следующей простейшей модели, модели двухатомной молекулы, квантовые уровни энергии с самого начала, вместо того, чтобы иметь порядок 0, 1, 2, 3, вдруг самым досадным образом приняли значения $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$. Эта и другие аномалии к 1924 году показали, что с формой квантовой теории что-то было не совсем в порядке. Она выливалась в своего рода формальную алгебру—чуть ли не каббалистику, как это называлось в те дни,—где можно было найти комплект чисел для объяснения большинства вещей, но не какое-либо обоснование—иначе как с точки зрения удобства—для выбора этих чисел. Ни электрон, ни теория его движения не могли быть столь простыми, как первоначально думал Бор. Первым средством, использованным для объяснения этой трудности, было постулировать, как это сделали в 1924 году Гаудсмит и Уленбек, что электрон представляет собой маленький магнит—равно как и заряд, что он имеет «спин». Однако главные трудности попрежнему оставались неразрешенными.

Физическая эквивалентность волн и частиц. Волновая механика

Попытки преодолеть их привели в 1925 г. к общей, очень глубокой ревизии квантовой теории. Что потребность в ней уже давно назрела, показывает тот факт, что она была произведена почти одновременно четырьмя физиками, весьма значительно друг от друга отличающимися: де Бройлем во Франции, Шредингером и Гейзенбергом в Германии и Дираком в Англии. По форме их решения были совершенно различными, хотя математически они были эквивалентны. Луи де Бройль в 1923 году шел по следам истории физики назад, к полемике XVII века между Ньютоном и Гюйгенсом^{6.17-18} (стр. 257). Эта полемика уже выявила поразительную аналогию, а именно, что, какова бы ни была среда, материальные частицы, равно как и волны, следовали по минимальным траекториям. Волна двигалась так, чтобы сделать минимальным время прохождения лучей (принцип Ферма), частица—так, чтобы сделать минимальной функцию действия (принцип Мопертюи). Но если частицы и волны были, по существу, идентичны, так нельзя ли свести оба эти принципа к одному?—думал де Бройль. Электроны могли в конце концов быть волнами, точно так же, как световые волны могли бы быть частицами. Несомненно, что между частицами и волнами должно было существовать какое-то общее соответствие; можно было полагать, что каждой частице сопутствует волна, а каждая волна состоит из частиц, вытянувшихся вдоль волновых фронтов.

Шредингер использовал эту идею в 1925 году, чтобы объяснить стационарные боровские состояния электронов в атоме, рассматривая их как различные характеристические колебания электронов в атоме, представляющие собой стоячие, а не бегущие волны. По форме это явление подобно различным характеристическим колебаниям музыкального инструмента с соответствующими связями между ними. Волновая механика де Бройля—Шредингера имела то преимущество, что была в состоянии объяснить аномалии в старой квантовой теории так, что делала ясной физическую сторону вопроса и одновременно давала правильную математическую трактовку его. Однако в этом не было особой необходимости; Гейзенберг и Дирак, каждый по-своему, отвергали даже такую степень физического представления. Гейзенберг с помощью матриц, или шахматных досок, покрытых цифрами, а Дирак посредством алгебраических формул, в которых $a \times b$ отличается от $b \times a$ на $4\pi\hbar\sqrt{-1}$, дали проблемам квантовой физики такие же хорошие формальные решения.

С того момента, как эти теории были выдвинуты, они вызвали глубокие споры об их физическом смысле. В течение долгого времени их изящество и успех в объяснении фактов рассматривались как законченное доказательство их истинности. Но со временем оказалось, что новым квантовым теориям, как их называли, угрожали столь же серьезные, хоть и совершенно иные трудности, что и старой теории квантов. Они могли объяснить те явления, которые их породили, однако по мере того, как изучение ядер и частиц с высокой скоростью продвигалось вперед, возникали новые явления, объяснить которые становилось все труднее. Было использовано, довольно безуспешно, множество способов и ad hoc вариантов квантовой теории. К тому же новые квантовые теории не были достаточно непротиворечивыми, чтобы оказаться приемлемыми даже с математической точки зрения. Они попрежнему представляли собой неуклюжий гибрид ньютоновой физики частиц, соответственно приспособляемой или опровергаемой квантовыми постулатами, и совершенно нового вида математики, который в значительной степени определялся соображениями статистического характера. Но еще серьезнее были те философские трудности, которые они вызвали.

Принцип неопределенности

Точно так же, как это было с теорией относительности, новая квантовая механика в свою очередь оказалась весьма удобной основой для мистификации.

Принцип неопределенности (indeterminacy) Гейзенберга был особенно ценен для людей реакционно или теологически настроенных. Этот принцип утверждает, что невозможно одновременно сколь угодно точно определить скорость и положение любой материальной частицы. Между тем такое утверждение, если рассматривать его с физической точки зрения, представляет собой интерпретацию уравнивания, весьма полезного при определении некоторых поддающихся наблюдению величин. Принцип неопределенности основан на успехе и неудаче определенных мысленных экспериментов. Наиболее широко известным из них является микроскоп для гамма-лучей, в котором самый акт наблюдения частицы приводит к ее перемещению из того положения, которое она занимала бы, если бы оставалась незамеченной. Будучи полезными в качестве иллюстрации, подобные опыты, которых фактически так никогда и не удалось провести, допустили привнесение в квантовую теорию концепций, в действительности в эту теорию не входящих, примером чему может служить теория о существенном значении роли наблюдателя. Как указывали Эйнштейн и де Бройль^{6,17}, попытка придать таким образом явлениям субъективный характер ведет к столь же чудовищным парадоксам, как те, для избежания которых и был построен принцип неопределенности.

К тому же популярные научные писатели и в еще большей степени философы придали этому принципу совершенно иное значение. Основываясь на этой предполагаемой неопределенности, они утверждали, что электрон обладает в известном смысле свободной волей. Он якобы может, или не может, в любое время делать то или это. А если электрон обладает свободной волей, то почему бы не обладать ею человеку? Почему бы не обрушиться всему зданию научного детерминизма, чтобы уступить место хаосу индетерминизма? Как это ни странно, многие из сторонников нового индетерминизма фактически совсем не были индетерминистами. Все, чего они хотели, это изыскать возможность для божественного вмешательства во все мельчайшие дела вселенной, совершенно произвольно распоряжаясь электронами, чтобы то присоединять их, то изымать из тех мест, которые они могли занимать. Лучший комментарий к этому принадлежит Эйнштейну, который сказал: «Я не мог бы уважать бога, который тратил бы все свое время на азартные игры».

Фактически умопостроения, основывающиеся на квантовой теории, целиком являются произвольными и неуместными, поскольку зависят от особого анализа смысла физических величин. Если бы даже они и были правильными с точки зрения атомистики, это все же не могло бы служить обоснованием для их распространения на значительно более сложные области биологической и общественной систем. Как мы увидим ниже, уже к концу столетия сама физическая теория стала по своему характеру столь же сложной и неудовлетворительной, какими были предшествовавшие ей физические теории до преобразования их новыми воззрениями. Важно помнить кардинальное различие между теориями, используемыми для объяснения и координации комплексов опытов после того, как они были проведены, и теми идеями, которые, сознательно или бессознательно, были в умах экспериментаторов, совершивших новые открытия и развернувших перед научной мыслью новые области знания.

10.3. ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Резерфорд и материалистический подход к физике

Резерфорд представляет собой выдающуюся фигуру в физике, да, вероятно, и во всей науке XX века. Вся его работа была от начала до конца пронизана простой суровостью идей и отчетливо материальным и механистическим подходом к объяснению физических явлений. В этом отношении он гораздо больше напоминал Фарадея, чем Ньютона. Резерфорд думал сначала об атомах, затем об открытых им субатомных частицах, как о совершенно обычных материальных

частицах, подобных снарядам, теннисным мячам или бильiardным шарам. Подходя к ним под таким углом зрения, он собрал множество данных о том, как они движутся или отскакивают от препятствия. Иногда частицы эти вели себя не так, как он ожидал. Он принимал это новое открытие как факт и ассимилировал его, создавая новую воображаемую картину структуры, с которой имел дело. Так, шаг за шагом, он перешел от изучения неустойчивых радиоактивных атомов к открытию атомного ядра и общей теории атома.

Искусственное превращение атомного ядра

В последние годы своей жизни он занялся изучением внутренней структуры самих атомных ядер, слив свою работу в этой области с работой группы блестящих своих ассистентов. В 1919 году он сделал решающее открытие, а именно, что посредством прямого удара альфа-частицы можно разбить ядро атома. С этого момента стало ясным, что человек может контролировать процессы, происходящие в ядре, если ему удастся найти соответствующие снаряды, чтобы его атаковать. Для того чтобы сделать это, существовало два способа: либо найти среди самих ядер такие, которые излучали бы подходящие снаряды естественным путем, либо более непосредственно—брать обычные атомы и ускорять их движение с помощью электричества.

Генерация частиц высокой скорости

Принят был именно этот последний метод, хотя, как это ни парадоксально, большинство важных результатов было получено старыми методами получения элементарных частиц из радиоактивных веществ. Сам Резерфорд работал с аппаратурой, которая по своей простоте и дешевизне вряд ли могла бы найти себе равную в XIX веке и, пожалуй, больше походила на аппаратуру Гильберта в XVI веке. Это была знаменитая школа «сургуча и веревки» лаборатории Кавендиша. Простота ее была несколько фиктивной, поскольку фактически, если бы не знания, кропотливо накопленные с помощью значительно более совершенной аппаратуры XIX века, получить эти результаты было бы невозможно. Тем не менее она представляла разительный контраст по отношению к новым требованиям, предъявляемым к ускорителям заряженных частиц, или, как их популярно называли, установкам для расщепления атома. Для того чтобы получить необходимые большие скорости частиц, нужна была аппаратура, отличная от той, которая имелаась до этого времени в физических лабораториях, и создание таких аппаратов означало новую главу в истории взаимоотношений физики с достижениями промышленности. Опираясь на электропромышленность, Кокрофт и Уолтон сконструировали установку высокого напряжения, в которой атомы водорода могли подвергаться ускорению при напряжении около 1—2 миллионов вольт, и с ее помощью показали, что такие частицы могли расщеплять ядра целого ряда легких атомов.

Физика, связанная с электротехникой

Создание таких установок было возможным благодаря достижениям электропромышленности в начале столетия. Вместе с увеличением дальности передач электроэнергии появилась потребность в изучении линий высокого напряжения. В то же самое время достижения в технике связи, в особенности фантастически быстрое развитие радиосвязи, привело к овладению вакуумной техникой крупного масштаба. Потребность в создании физической аппаратуры для технических целей означала, что с середины 20-х годов научно-исследовательская работа в области физики и особенно в области атомистики будет еще теснее связана с электротехнической промышленностью. Уже один только объем затрат на эту работу и требующийся для нее технический опыт делали невозможным ее дальнейшее проведение в качестве простого придатка к университетской подготовке. Из ускорительной установки Кокрофта и Уолтона мощностью в 2 млн. вольт выросло множество современных гигантских ускорителей заряженных

частиц. Новый принцип, введенный Лоуренсом в циклотрон и заключающийся в том, чтобы обеспечивать большую скорость частиц не в один прием, а серией последовательных импульсов, открыл путь для еще более мощных бетатронов, синхротронов, линейных ускорителей, фазотронов, дающих эквивалент десятков миллиардов вольт. Единственным ограничением является здесь вопрос стоимости, которая достигла к 1956 году порядка 10 млн. ф. ст. Оплатить такую стоимость уже не под силу небольшим государствам, которым пришлось с этой целью объединить свои усилия.

Чтобы полностью оценить те достижения, о которых будет рассказано ниже, было бы необходимо оглянуться на развитие другой отрасли физики, в задачу которой входит получение свободных электронов и управление ими, что будет рассмотрено ниже; однако во избежание разрыва преемственности целесообразнее непосредственно продолжить начатый нами здесь рассказ.

Нейтроны, позитроны и мезоны

30-е годы XX века явились свидетелем новой вспышки физических открытий, столь же серьезной, если не еще более серьезной, чем две предшествовавшие—в 1895 и 1912 годах. Радиоактивность, или излучение атомного ядра, где за предыдущие десять лет не было сделано почти никакого прогресса, опять становилась центром внимания ученых-физиков и явилась источником непрерывного ряда экспериментальных открытий, кульминационным пунктом которых должно было стать управление ядерными процессами. Первым крупным открытием явилось открытие нейтрона, полученного путем бомбардировки бериллия альфа-частицами. Фактически, когда нейтрон был впервые получен, он не был признан как таковой, а был принят за гамма-луч только потому, что концепция незаряженной частицы, которая сегодня кажется нам довольно простой, в то время, несмотря на то, что Резерфорд предсказал ее, никак не укладывалась в рамки существовавших представлений.

После того как нейтрон был наконец признан и благодаря экспериментам Чедвика в 1932 году нашел свое место как протон, лишенный своего положительного заряда, было обнаружено, что он представляет собой центральную фигуру в структуре ядра. Очень скоро после этого Андерсон открыл другую элементарную частицу, *положительный электрон*. Позитрон обеспечил необходимую симметрию между положительным и отрицательным во взаимоотношениях частиц и гораздо лучше, чем протон, с его почти в две тысячи раз большим весом, гармонировал с теорией Дирака, утверждавшей, что положительные заряды во вселенной представляют собой, так сказать, недостающие части мирового отрицательного заряда. Оказалось, что взаимоотношения нейтрона и протона отнюдь не являются простыми. И если раньше полагали, что ядро состоит из протонов и электронов, то теперь было обнаружено, что значительно правильнее будет сказать, что оно состоит из протонов и нейтронов, связанных вместе мощными силами, которые Юкава приписал в 1935 году гипотетической промежуточной частице, *мезону*. Здесь мы видим пример элементарной частицы, которая была сначала предсказана теоретически, а затем, в 1936 году, фактически наблюдалась Андерсоном и Неддермейером.

Из всех этих частиц нейтрон оказался наиболее пригодным для осуществления ядерного превращения. Ввиду отсутствия у него заряда он способен гораздо глубже проникать в вещество, приближаться и входить в положительно заряженные ядра атомов, отталкивающие положительно заряженные альфа-частицы и протоны. Действие нейтронов на различные ядра было изучено за короткий промежуток времени в 6 лет, с 1932 по 1938 год. То были годы, когда наука вообще и физика в особенности все больше чувствовали на себе влияние событий, приведших ко второй мировой войне.

Приход Гитлера к власти вынудил большинство крупных ученых-физиков покинуть Германию, а позднее и Австрию. Их работа должна была оплодотворить и ускорить достижения физики в Англии, Франции и Соединенных

Штатах, в то время как в самой Германии все теснее сжимались тиски реакции, обскурантизма и коррупции.

Искусственная радиоактивность. Ядерные реакторы

Первое решающее открытие принадлежало Жюлио Кюри, который нашел, что почти все атомы, подвергнутые бомбардировке нейтронами, сами становятся радиоактивными. Логическое следствие этого открытия было огромным. Оно означало, что естественная радиоактивность представляет собой только остаточную активность атомов, не успевших достичь устойчивых состояний. Радий уже использовался для определения возраста горных пород на земле, и он указывал, что возникновение земной коры произошло около 2 млрд. лет тому назад. Но другие элементы считались более или менее постоянными. Сейчас и это было поставлено под вопрос, и знание атомных превращений могло быть использовано для объяснения того, каким образом возникли элементы.

Солнечная теплота

Этой концепцией воспользовались Гамов и Бете для выявления источника солнечной энергии в механизме, с помощью которого четыре атома водорода соединялись для того, чтобы образовать один атом гелия. Было уже совершенно очевидно, что источником большей части энергии вселенной служат ядерные процессы. Внимание ученых было направлено тогда на выяснение того, каким именно образом происходит освобождение этой энергии. На основе изучения легких элементов возникала новая, ядерная химия с такими же комплексами превращений, какие наблюдались в обычной химии (стр. 405). В 1936 году Ферми, взяв за отправной пункт другой конец атомной шкалы, подверг бомбардировке нейтронами тяжелые элементы и заявил, что получил ряд элементов с большим весом, чем у любых других элементов, найденных в природе. Этого он в большинстве случаев действительно достиг, но вместе с тем, сам того не зная, вызвал и другие изменения, которые должны были оказаться более важными.

Деление ядра, 1938 год

Вплоть до 1937 года все имевшие место радиоактивные изменения заключались в том, что маленькие частицы либо присоединялись к ядру, либо выбрасывались из него. Наиболее крупным из выброшенных осколков была альфа-частица, содержащая два протона и два нейтрона. Однако в этом году Ган и Штрассман нашли, что некоторые из продуктов, полученных в результате облучения урана нейтронами, имели в общем меньшую массу, составлявшую чуть ли не половину массы атома урана. На этот раз было совершенно очевидно, что в данном случае имело место не выбрасывание из ядра какой-то частицы, а деление его. Стало ясным и то, что открытие это имеет огромное значение.

Тяжелые ядра могут содержать значительно большее число нейтронов по отношению к числу протонов, чем легкие ядра. Когда атом урана расщеплялся, он по необходимости освобождал несколько нейтронов. Ну, а стоило только понять это (что произошло в 1938 году, главным образом благодаря работам Жюлио Кюри), как возможность массовых превращений атома стала реальностью. Здесь мы имеем цепную реакцию, или своего рода явление лавинообразного нарастания. Если в ходе ядерного процесса оказывалось возможным добиться получения больше чем одного эффективного нейтрона на каждый первоначально затраченный нейтрон, то реакция происходила все быстрее и быстрее. Если дать этому процессу возможность продолжаться бесконтрольно, то получится взрыв; если управлять им, то результатом его явится вырабатывающий энергию ядерный реактор.

Цепная реакция. Бомба и ядерный реактор

Если бы это открытие было совершено в более спокойные времена XIX века, оно разрабатывалось бы в конечном счете для практического применения и, быть может, лет через 50 или около того нашло бы свое воплощение в новых ма-

шинах для выработки энергии. Отсутствие материальной заинтересованности и тот факт, что капиталы были вложены в уже существовавшие источники энергии, могли бы, однако, еще на бесконечно долгое время задержать развитие производства атомной энергии. Но, как известно, открытие ядерного деления произошло в канун новой мировой войны. По счастью для правительств Англии и Америки, некоторые из их физиков, особенно из числа тех, кто был изгнан из своей родины нацистами и фашистами, отдавали себе ясный отчет в военных возможностях сделанного открытия. Однако более удивительным было, быть может, то обстоятельство, что им удалось убедить военные и гражданские власти в необходимости крайне энергичной разработки проекта, главным образом потому, что если бы они этого не сделали, то противник, несомненно, первым создал бы свою бомбу. К несчастью для немецких ученых, хотя и к счастью для всего остального мира, они думали об ученых союзных стран иначе. Им казалось немислимым, чтобы какие-либо другие ученые, кроме немецких, могли создать атомную бомбу, и в соответствии с этим они не торопились^{6.45}.

Самое быстрое применение науки

То, каким образом создавалась, испытывалась и была использована атомная бомба, составляет сейчас часть мировой истории, а не просто истории науки. Все это было описано, за исключением пресловутых «секретов» этой бомбы, в сотнях книг и научных докладов^{1.49; 6.13; 6.20}. Здесь следует только сказать, что направляющие физические идеи были почерпнуты почти прямо из экспериментов, проводившихся в университетских лабораториях, и из расчетов, выведенных главным образом из Европы. Тот факт, что атомная бомба была создана в Соединенных Штатах, отчасти объясняется тем, что страна эта не была непосредственной ареной военных действий, отчасти же наличием у нее значительных технических ресурсов, в особенности в области химии. В действительности это означало, что бомба, а с нею и все оборудование и «секреты» освобождения атомной энергии с самого начала оказались в руках трех или четырех крупных трестов, принадлежащих американской электротехнической и химической промышленности^{6.1}. Это обстоятельство послужило лишним поводом для ревнивого охранения тайны и упорного нежелания использовать атомную энергию после окончания войны для мирных целей.

Военные и политические последствия контролируемого производства атомной энергии будут рассмотрены ниже. Здесь же достаточно будет отметить, что в техническом отношении она представляет собой новый крупный скачок вперед в установлении господства человека над силами природы, силами того же порядка и, возможно, еще большего конечного значения, чем огонь, земледелие и пар. Стоимость производства ядерной энергии уже сейчас может быть приравнена к стоимости производства энергии, получаемой путем сжигания различных видов топлива, и мы можем с полным основанием ожидать, что с применением реакторов-размножителей, которые производят больше ядерного материала, чем потребляют сами, и могут использовать в качестве горючего наряду с ураном также и имеющийся в большем количестве торий, ее производство будет постепенно дешеветь. На протяжении примерно еще тысячи лет незачем будет опасаться нехватки ядерного горючего. Что мешает ядерной энергии стать доступной уже в ближайшее время, так это, в первую очередь, всепоглощающая потребность в оружии. Даже в Англии, весьма нуждающейся в горючем, большинство новых реакторов, которые будут построены в течение ближайших лет, предназначаются для производства ядерного материала для бомб. Вторым важнейшим фактором—не столько в области строительства, сколько в сфере дальнейшей разработки проблем ядерной энергии—является нехватка ученых и инженерно-технических работников, вызванная недооценкой (чего нет в социалистических странах) необходимости массового высшего научного образования. Но даже несмотря на эти помехи,—если только удастся избежать войны,—эра ядерной энергии быстро приближается, и

к концу XX века эта энергия явится основным источником снабжения электричеством.

Может, однако, случиться, что на протяжении нескольких десятилетий ядерная энергия будет получаться не путем деления ядра атома, а путем ядерного синтеза или, другими словами, что мы будем изготавливать медленно горящие водородные бомбы. Курчатов уже сообщил об опытах, проведенных в Советском Союзе, в результате которых были получены в лабораторных условиях с помощью магнитного обогащения температуры порядка миллиона градусов, но никто не знает—или не мог сказать, если и знал,—насколько нам еще далеко до создания термоядерной печи или искусственного солнца. Лишь только это будет осуществлено, не нужно будет беспокоиться об энергии. Мы сможем иметь такое ее количество, какое сможем использовать.

«Атомы для мира». Женевская конференция 1955 года

Побочные продукты производства ядерной энергии уже приносят науке и человечеству пользу. Среди продуктов деления атома урана и других делящихся атомов, включая атомы действительно синтезированного нового элемента, плутония, имеется много радиоактивных изотопов или представителей обычных устойчивых элементов в неустойчивой форме. К ним может быть добавлено значительно большее число неустойчивых атомов, которые можно получить в реакторе, подвергнув устойчивые атомы интенсивной бомбардировке нейтронами. Это фактически означает, что весьма значительному числу в сто с лишним элементов, которые существуют в природе или могут быть произведены искусственно, может быть противопоставлено соответствующее число меченых атомов. Благодаря своей радиоактивности эти атомы легко обнаруживают свое присутствие, и, таким образом, возможно с помощью весьма малого количества их проследить те типы соединений и диссоциаций, через которые проходят атомы в химических процессах, включая химические изменения, происходящие внутри живых организмов. Реакторы и продукты реакторов могут быть также использованы в качестве замены дорогостоящего радия и как промотер полимеризации и затвердевания пластических масс. Перспективы производства энергии и других способов полезного применения деления ядер атомов значительно прояснились со времени Международной конференции по мирному использованию атомной энергии, которая состоялась в августе 1955 года в Женеве и сама по себе явилась серьезным признаком ослабления международной напряженности. До этой конференции покрывало секретности, окутывавшее всю область атомной энергии, было только слегка приподнято в наиболее невинных местах. Собравшись в Женеве, ученые-атомники Америки, Англии и СССР свободно обменялись почти всей имеющейся в их распоряжении информацией, кроме той, которая касалась бомб, и обнаружили, что в большинстве случаев все они шли одними и теми же путями. Как сказал председатель конференции, представитель Индии д-р Баба, «однажды сообщенное знание не может быть взято обратно». Сама по себе эта конференция ознаменовала первый шаг к оздоровлению международной атмосферы в области науки и указывает путь к более быстрому прогрессу—скорее в сфере сотрудничества, чем соперничества.

Космические лучи и мезоны

Оружие еще большей мощи, но пока еще не нашедшее себе военного применения, дает изучение *космических лучей*. Эти последние были открыты почти пятьдесят лет тому назад благодаря тому едва различимому влиянию, которое они оказывают на разрядку хорошо изолированных тел. Шаг за шагом раскрывалось их происхождение во внешней вселенной и их способность к глубокому проникновению в вещество. Новые технические приемы, основанные на исследовании Блэккетом и Скобельцыным траектории отдельных частиц в камерах Вильсона и на методе фотопластинок Пауэрла, раскрыли существование множества частиц, некоторые из которых обладают столь высокой энергией, что не

только проникают в атомные ядра или раскалывают их, но и заставляют разлетаться на множество осколков (фото 1).

Из этих исследований вытекает не только то, что электрон, протон и нейтрон являются элементарными частицами, нуклонами, но также и то, что они устойчивы или долгоживущи. Наряду с ними существует также большое число неустойчивых промежуточных элементарных частиц, *мезонов*. Теперь выясняется, что это различные виды мезонов, отличающиеся своей массой, зарядом и продолжительностью существования. Наряду с ними следует отметить также *антипротон* и *гипероны* (частицы, более тяжелые, чем протон), которые могут быть получены в ускорителях, а также, повидимому, не имеющий массы *нейтрино*, чье существование было подтверждено через 23 года после того, как он был предсказан.

Существование короткоживущих мезонов указывает на тот факт, что наше обычное познание мира является весьма ограниченным нашими собственными способностями восприятия. Существует много вещей, которые могут играть в природе роль огромной важности, однако они не раскрываются нам либо потому, что слишком малы, либо потому, что так быстро изменяются. Все, что мы считаем перманентным, только соответствует длительному этапу в ряде последовательных изменений, и элементы ученых викторианской эпохи, подобно элементам Гераклита, находятся в состоянии постоянного движения. Поток может не всегда идти с одинаковой скоростью. Имеется много доказательств того, что подавляющее большинство известных нам сегодня на земле элементов было создано путем процессов, подобных тем, которые происходят в атомных реакторах, однако значительно более мощных. Уже один факт их существования и их относительное изобилие или редкость дают основание для выводов о первоначальном образовании солнечной системы и планет примерно 4 миллиарда лет тому назад.

Расширяющаяся вселенная

Успехи ядерной физики пришли в такое время, когда другие линии доказательства указывали на то, что вселенная прошла путь эволюции. Шаг за шагом средствами астрономии начали определяться размеры нашего Млечного пути, затем расстояния до близких и отдаленных туманностей, причем использовались результаты наблюдений через гигантские телескопы, самым крупным из которых является 100-дюймовый телескоп обсерватории в Маунт Вилсон, построенный в 1915 году. Когда эти измерения были объединены с результатами наблюдений спектров туманностей, было обнаружено совершенно непредвиденное красное смещение, повидимому указывавшее на то, что чем дальше находилась туманность, тем она быстрее отдалялась от нас. Казалось, что идея расширения вселенной не могла вызывать никаких сомнений, и, наоборот, что в далеком прошлом содержимое вселенной должно было занимать значительно меньше места, чем сейчас. В 1927 году Леметр выдвинул смелое предположение, что вся материя, составляющая вселенную, была уплотнена в один атом, своего рода космическое яйцо, которое лопнуло во время первого, величайшего атомного взрыва не четыре, а пять миллиардов лет тому назад. Этот взгляд не был принят безоговорочно; существует много альтернативных теорий, начиная с таких, которые ставят вопрос о том, действительно ли красное смещение означает расширение, и кончая теми, которые постулируют не однократное сотворение, а непрерывное творение материи во вселенной ^{6.14; 6.50}.

Тем временем наблюдения близких и отдаленных туманностей, повидимому, раскрывают промежуточные фазы образования звезд, возможно также — и планетных систем. Фесенков в Алма-Ате сфотографировал ожерелья новых звезд, повидимому сгущающихся из клочков туманного вещества. В настоящее время наблюдения, эксперименты и теории находятся в таком состоянии постоянной смены, что единственно установленным кажется тот факт, что вселенная имеет историю.

Недостатки физической теории

Попытка проследить эту историю может, повидимому, дать столько же сведений о природе материи и радиации, как и об отдаленных небесных телах. В самом деле, новые открытия, особенно открытие мезонов и производимых ими разрушений атома, поставили существующие физические теории в очень большое затруднение, что, в частности, относится к законам взаимодействия элементарных частиц и к составу ядра. Те теории, которые существуют в этой области,—а следует признать, что в отношении многих явлений вообще нет никаких теорий,—построены на *ad hoc* аналогиях с квантовой теорией, приспособленной к значительно более мощным силам и меньшим расстояниям, существующим в ядерной физике. И поскольку в них замешаны модели „мутного хрустального шара“, „магические числа“ и „странность“ квантовых чисел, они даже имеют несколько магический—кабалистический душок. Судя по некоторым признакам, начинается возникнуть какое-то более всестороннее объяснение структуры ядра, хотя бы и только в сугубо математических формулах теории Брукнера.

Может, однако, оказаться, что необходим значительно более радикальный пересмотр теории относительности и квантовой теории, причем надо будет пытаться не кое-как приспособить нынешние теории, принимая лежащие в их основе предположения, а коренным образом пересмотреть их логическую и философскую базу. Именно таким образом ниспровергались более старые теории—во-первых, путем накопления полученных экспериментальным путем материальных доказательств, которых те не могли объяснить, и, во-вторых, путем критики основ аргументов, приведших к классической теории. Всякая новая теория, конечно, должна объяснять все или большую часть существующих фактов, но она будет принята только в том случае, если, помимо их объяснения, сможет быть использована для того, чтобы успешнее связать еще более широкие области опыта.

Мы сейчас вступаем в новую фазу критики физической теории, когда совершенно очевидная неудовлетворенность математических физиков несоответствием и неясностью квантовой теории и теории относительности вызывает попытки радикальной их перестройки. Против этой теории выступают как гиганты старшего поколения—Эйнштейн, де Бройль, Дирак и Френкель, так и более молодые физики—Блохинцев, Яноши, Бом и Вижье. Хотя новые теории и многообразны, они, однако, имеют общие цели. Одной из этих целей является обобщение теории полей, которая объединит доселе раздельные теории: теорию относительности и теорию квантов. Другая состоит в устранении неизбежности индетерминизма новой квантовой теории, особенно связанного с Бором и Гейзенбергом. Победа достанется тому, кто сможет удовлетворительно объяснить новую и более широкую область физических явлений, внутриядерные силы и поведение всего множества короткоживущих изменчивых ядер. Сейчас еще слишком рано говорить о том, что из этого в конце концов выйдет, ясно одно, что выводы, во всяком случае, будут весьма отличны от признанной ортодоксальности последних 25 лет.

10.4. ЭЛЕКТРОНИКА

Радио и ионосфера

Мы довели тему ядерной физики до границ нашего нынешнего познания. Но ядерная физика, хотя она и представляет собой самый далекий аванпост в продвижении опыта и теории в неизвестное, еще не вся физика и даже не самая полезная ее часть. В самом деле, она не могла бы зародиться, если бы в то же самое время не делались большие успехи в других областях физики. Наиболее серьезные из этих успехов были достигнуты в области радиоволн и электроники.

Здесь развитие физики шло параллельно с развитием промышленности. Электромагнитные волны, как мы видели, были получены в 1886 году Герцем, вслед за выяснением в теории Максвелла их природы и свойств. Для практической же связи эти волны были использованы только в конце столетия. К тому времени вызванный ими интерес привел к успешным испытаниям их во многих странах; в числе многих других, занимавшихся ими, следует назвать Оливера Лоджа в Англии, Попова в России и Бозе в Индии. Однако полный успех в финансовом отношении выпал на долю не ученого со специальной подготовкой, а талантливого и оптимистически настроенного любителя.

Здравомыслящий физик сказал бы в начале века, что посылать электромагнитные волны на большие расстояния—вещь совершенно невозможная. Они попросту ушли бы с поверхности земного шара в воздух и не вернулись бы обратно. Тем не менее Маркони, который не имел достаточной физической подготовки, чтобы поверить в это, попытался посылать через Атлантический океан радиосигналы, которые действительно были приняты на другой его стороне. Это означало, что должно существовать какое-то подобие зеркала, отражающего радиоволны обратно на землю. В 20-х годах сэр Эдуард Эпплтон занялся изучением данного вопроса и показал, что такие слои, состоящие из ионов, производимых солнечной радиацией, существуют не на одном только, а на нескольких уровнях атмосферной толщи и являются тем, что называется ионосферой. Он измерил высоту этих слоев, послав вверх очень короткие сигналы и отметив то время, которое потребовалось для отражения. Открытие Эпплтона легло в основу радиолокационного прибора, созданного в ходе второй мировой войны и воплотившего, по сути дела, тот же принцип, что и метод эхолотов, использовавшихся уже во время первой мировой войны для обнаружения подводных лодок с помощью значительно более медленного движения упругих волн в воде, а также, конечно, прием, которым пользуются летучие мыши, чтобы не натолкнуться на препятствие в темноте.

Электронная лампа

Эффектный и неожиданный успех Маркони обеспечил быстрое развитие радиосвязи если не для других целей, то, по крайней мере, для связи с находящимися в море судами. Она, однако, не заняла бы того места в повседневной жизни, какое фактически занимает, если бы не создание электронной лампы. Этот важный вклад в электронную физику XX века явился почти в равной степени даром как промышленности, так и науки. Ее превращение меньше чем за 10 лет из лабораторного курьеза в ходкий товар может служить мерилем того, как быстро могла промышленность поглощать и использовать открытия физики XX века. Первые наблюдения, приведшие к созданию лампы, были получены в самой промышленности, в частности в собственной научно-исследовательской лаборатории Эдисона в Менло-парке. Уже в 1884 году Эдисон заметил, что накалинный волосок электрической лампочки мог удерживать положительный, но не отрицательный заряд. Он впалял в лампочку металлическую пластинку и обнаружил, что можно пропускать ток от пластинки к волоску, но не от волоска к пластинке. Это была первая *электрическая* лампа, и ее действие легко объяснялось теорией электронов Дж. Дж. Томсона. Накаленная проволока волоска испускала электроны, которые переходили к пластинке только в том случае, если она была заряжена положительно, холодная же пластинка не могла испускать их даже в том случае если была заряжена отрицательно. Зависимость лампы от свойств электронов оправдывает ее современное имя—*электронной* лампы. Двухэлектродная лампа оказалась полезной для использования в качестве выпрямителя в радиотелеграфии. Однако в 1905 году она была изменена несколько эмпирически Форестом, который добавил к ней еще один электрод в форме сетки, чтобы сделать трехэлектродную лампу (триод), что придало ей действительно революционные возможности усиления и генерации волн. Этот прибор сделал возможным радиотелефонию и радиовещание и представляет

собой основу всей сегодняшней техники высокой частоты как в области радио, так во все возрастающей степени и в электроэнергетике.

Усиление и регенерация

Триодная лампа и ее многочисленное и сложное потомство не являются просто или даже по самой своей сущности лампами. Ее подлинная новизна заключается в том, что она представляет собой усилительный прибор; она позволяет превращать небольшие колебания вольтажа или тока в более мощные. Принцип *усиления* заключается в том, что небольшие изменения энергии могут быть непосредственно преобразованы в большие. Ранее существовавшие приспособления, такие, как рычаг, усиливали механическое действие, или, подобно линзе, увеличивали изображение, но во всех этих случаях имел место простой перенос приложенной энергии, часть которой всегда при этом терялась. В усилении, осуществляемом электронной лампой, энергия поступает извне, однако эта энергия может быть значительно более слабой. Электронная лампа представляет собой тип прибора, действие которого основано скорее на *знании*, чем на силе.

Это был действительно первый вполне удобный кибернетический прибор (стр. 422), огромный шаг вперед от его грубого прообраза—регулятора хода средневековых часов или электрического реле XIX века. Лампу, включенную в резонансный контур, можно заставить генерировать колебания определенных частот, осуществив обратную связь. *Усиление и регенерация*, или *обратная связь*, делают электронную лампу в одно и то же время прибором как для наблюдения колебаний, так и для создания их. Это, быть может, наиболее характерный продукт техники XX века.

Развитие производства электронных ламп нашло свою основу в производстве электрических лампочек, а все более строгие требования, предъявляемые к электронным лампам, в свою очередь стимулировали развитие вакуумной техники. Огромным стимулом для этого послужило использование электронных ламп для радиосвязи в последние годы первой мировой войны и вскоре после нее—новый спрос широких народных масс на радио. Ну, а как только ее смогли производить дешево и в массовых масштабах, лампа эта смогла вернуться на службу физической науке. В самом деле, невозможно представить себе, как бы физическая наука смогла добиться достигнутых ею во второй четверти XX века результатов, если бы не универсальное применение электронных ламп, которые могли производиться достаточно дешево только благодаря тому, что имели широкое промышленное применение. Развитие методов высокого напряжения, вакуума и электронных ламп с неизбежностью привели в XX веке к такой же тесной интеграции академической физики и электрической промышленности, какая существовала между академической химией и химической промышленностью в XIX веке. Родилась новая прикладная наука, получившая весьма меткое название *электроники*.

Радио и радиолокация

Впервые она была применена для усовершенствования и расширения радиосвязи. Наблюдалась устойчивая тенденция к использованию все более коротких волн, отчасти в связи с тем, что непрерывно возrastавшее количество радиовещательных станций исчерпало все свободные длины волн. Другим преимуществом более коротких волн была увеличившаяся возможность направления их по точно определенным лучам. Направленное радио (радиопеленгация) было порождено потребностью обнаружить происхождение грозových явлений, вызывавших атмосферные помехи, а позднее оно было использовано для антенных радиопередач на далекие расстояния. Точность в направлении, однако, зависела в основном от использования все более коротких волн, а это, в свою очередь, оказало влияние на производство электронных ламп и контуров, применяемых для их возбуждения.

От направленных волн естественно было перейти к изучению отражения, а отсюда к радиолокации. Непосредственным и действенным стимулом для ее практического развития явилась угроза воздушного нападения, нависшая над миром перед второй мировой войной. Стоило только сформулировать проблему обнаружения присутствия самолета с помощью отражения импульса радиации, как вскоре же после этого интенсивная и организованная научно-исследовательская работа привела к эффективному ее решению. В Англии благодаря инициативе Уотсона—Уатта был разработан радиолокационный экран как раз вовремя для того, чтобы воспрепятствовать воздушному вторжению на второй год войны. Вскоре после этого был достигнут новый крупный успех в этом направлении, выразившийся в изобретении многокамерного магнетрона как мощного источника сантиметровых волн, позволяющих осуществить значительно более высокую точность локации. В дальнейшем ходе войны радиолокация начала находить себе все более разнообразное применение—для нахождения пути, съемки карт с воздуха, управления полетом самолетов, а затем также и полетом бомб и снарядов.

Короткие волны. Радиоастрономия

В конце войны коротковолновые и ультракоротковолновые радиоаппараты являлись предметом повседневного производства—событие, которое опять-таки потребовало бы для своего осуществления в условиях мирного времени многих и многих лет, а вместе с этими аппаратами у радиста-коротковолновика выработался новый орган чувств, более приспособленный к наблюдениям и связи на дальних и средних расстояниях, чем какой-либо другой, который может использовать обычный свет. В то время как с помощью обычных оптических средств могут быть определены только направление и характер далекого сигнала, радиолокация обеспечивает дополнительно определение расстояния. Таким образом эти новые методы могут использоваться для целей астрономии, в частности для проверки расстояния до Луны. Оказывается, что еще более удивительно, само Солнце и звезды также излучают подобного рода лучи, наличие которых порождает таким образом новый вид астрономии—радиоастрономию, показывающую существование невидимых звезд.

Катодные трубки и телевидение

Начиная с первых опытов Дж. Дж. Томсона, движущиеся электронные лучи использовались во всевозможных видоизменениях катодных трубок для анализа быстро меняющихся потоков посредством превращения их в видимые движущиеся изображения. Сам по себе катодный осциллограф представляет собой своего рода микроскоп времени, способный проследживать значительно более быстрые изменения, чем любая система механических рычагов или зеркал. Он нашел себе многообразное применение в науке и промышленности. Сейчас он хорошо известен миллионам людей как телевизионный экран. В телевидении движущиеся электронные лучи используются в передатчике для того, чтобы различать изображение, образованное электрическими зарядами, полученными фотоэлектрическим путем, от изображения, даваемого линзой. Получившееся изображение воспроизводится другим синхронно движущимся лучом, чтобы отразиться на флуоресцирующем экране в приемнике. Развитие телевидения было медленным не потому, что принципы его не были давно усвоены (предложения Кэмпбелла Суинтона, шедшие в основном по тем же самым линиям, что и применяемые сейчас, выдвинуты им в 1911 году), и не из-за технических трудностей получения изображения широкополосной коротковолновой передачи. Оно запоздало главным образом потому, что крупные электрические фирмы, даже новые фирмы, выросшие вместе с радио, были слишком поглощены стремлением к немедленным прибылям, чтобы увлекаться дорогостоящими работами. Сделать решающие успехи и убедить коммерческий мир в возможности работать на этом выпало на долю энтузиастов-любителей вроде Бэрда (1888—1946),

Телевидение было хотя и наиболее непосредственным, но не единственным продуктом использования возможности передачи изображения методом катодных лучей. Потребности войны, в особенности необходимость видеть незаметно для противника, породили и многие другие способы использования этой возможности. Большое количество рецепторов, разлагающих и передающих контуров и экранов сделали сейчас возможным брать любой вид начальной радиации— рентгеновские, ультрафиолетовые и инфракрасные лучи или коротковолновое радио— и применять катодную трубку, чтобы построить видимое для глаза изображение. Значение этой возможности для расширения человеческого восприятия особенно велико, потому что сам человеческий мозг более чем наполовину занят процессом видения и интерпретации виденного. Комплекс глаз—мозг, как указал Винер^{6,70}, сам представляет изумительно компактный и эффективный нервный контур для распознавания, анализа и прослеживания изображений. Сделать какое-то явление видимым—означает в огромной степени расширить нашу способность понять его.

Электронные устройства для определения упреждения при стрельбе без пристрелки

Другим непредвиденным побочным продуктом развития радиотехники во время войны явилась разработка электронно связанных сочетаний рецепторов и сервомеханизмов, осуществленных в машинах для определения упреждения при стрельбе, а позднее в счетных машинах. Последние использовались в первую очередь для прицельного, управляемого и взрывного оружия, начиная от управляемой посредством радиолокации системы зенитных пушек и кончая миллионами выпускаемых ими управляемых по радио снарядов. Это придало новый размах механическому производству. Подобно тому как орудие служит заменой когтей или зубов, а машина—руки или тела, которые действуют этим орудием, так электронный сервомеханизм замещает всего человека—его глаза, мозг и руки, вместе взятые. Такой механизм расширяет автоматизм обычной повседневной формы, которой соответствует старая машина, до такой, в которой могут происходить изменения в пределах очень широких допусков.

Сервомеханизм должен содержать такие чувствительные элементы, как фотоэлементы, и такие моторные элементы, как электромоторы. В нем должна быть также предусмотрена какая-то связь между этими элементами, обеспечивающая постоянные инструкции, инструкции, соответствующие определенным условиям, и даже предварительные извещения, с помощью которых различные стимулы, получаемые прибором, должны воплощаться в соответствующие внешние отклики посредством контуров, о чем будет подробнее сказано ниже в связи с электронными вычислительными машинами.

В настоящее время путем различного рода сочетаний контуров электронных ламп можно начать использовать исключительно легких и гибкий характер электронных движений для многого такого, для чего в прошлом необходима была деятельность человеческой мысли. В этом направлении уже удалось увеличить в несколько сот тысяч раз скорость всех операций более отвлеченного, чем материального, характера, то есть делать в одну десятитысячную долю секунды то, для чего при использовании механических средств благодаря присущей твердой материи инерции обычно требовалась минута.

В то же самое время возможно также уплотнить в чрезвычайно маленькое пространство электрические контуры, которые, если их заменить деталями, приводимыми в действие механической силой, заняли бы во много тысяч раз больше места. Даже и сейчас этот процесс еще только начинается, и некоторые из успехов, достигнутых в направлении такого *уменьшения размеров* во время войны, показывают, что он может пойти значительно дальше. Еще в начале войны мысль о том, что полноценный передающий и принимающий радиоаппарат может иметь такие маленькие размеры и стоять так дешево, что его можно уложить в каждый выпущенный и потерянный зенитный снаряд, показалась

бы фантастичной. Сейчас это обыденная вещь, и новейшие достижения дают гарантию в том, что такой процесс ускорения во времени и сокращения в пространстве пойдет гораздо дальше. В полупроводниковом *триоде* из германия, потомке давно забытого «кошачьего уса»* первых дней радио, движение электронов в кристаллическом полупроводнике занимает место их движения в вакууме. Он уже заменил электронные лампы для многих целей, особенно там, где важны небольшие размеры; в дополнение к нему, вероятно, придут и другие новые материалы, специально созданные для еще большей чувствительности. Подобную же функцию выполняют коэрцитивные магнитные вещества, обеспечивая «*решающие элементы*» для хранения сведений.

Электронные счетно-вычислительные машины. Кибернетика

Однако подлинная новизна современных электронных приборов заключается скорее не в самих их составных частях, а в связях между ними. И опять-таки для целей войны было необходимо создать аппараты, которые могли складывать и подсчитывать достаточно быстро, для выполнения всех сложных операций по наводке и пристрелке, а также расчета траекторий снарядов и ракет. Эти приборы позволили к концу войны создать первые чисто электронные счетные машины. Как счетные машины они начали с того, на чем больше чем за сто лет до того остановилась механическая счетная машина, когда Бэббедж ценой огромных средств попытался создать машину для более быстрого и точного вычисления математических таблиц, чем это мог сделать человек. Теперь мы только еще начинаем нащупывать возможность электронного вычисления. Здесь мы имеем обобщенное средство для перевода сложных и методических процессов, совершающихся в уме вычисляющего, в движение электронов.

Такая машина не только может точно выполнять заданные ей приказы, но и реагировать—а в этом и заключается главная ее новизна—на непредвиденные обстоятельства, обусловленные результатами первых стадий сделанных ею самую вычислений. Подобно сервомеханизмам, высокоспециализированный и усовершенствованный тип которых она сама представляет, она может реагировать на непредвиденные случайности и даже уже начинает, отбирая согласующиеся и отбрасывая несоответствующие результаты, показывать некоторые черты *суждения и знаний* в выборе легчайших путей для совершения того, что некогда уже делалось, и, таким образом, до известной степени создает в процессе своей работы свои собственные правила. Для всего этого она должна содержать внутри себя большое количество сведений, или *отрывочных* знаний, одни из которых получаются извне, другие порождаются работой машины, причем все это должно сохраняться для дальнейшего использования, сохраняться бесконечно, но так, чтобы быть в состоянии проявить себя по первому же требованию. Это—*запоминание*, основная черта электронного вычисления, и в то время как известное число уже имеющих воспоминаний имеет статический характер, то есть нанесено на какую-то очень тонко градуированную проволоку или диск, другие числа представляют собой динамические воспоминания, существующие в виде сигналов, непрерывно текущих, как текут через жидкость упругие волны, вновь и вновь регенерируемых в идентичной форме до тех пор, пока они нужны. Все это, безусловно, похоже, в очень грубом и упрощенном виде, на быстрый и никогда не прекращающийся поток нервных импульсов, которые благодаря своему специфическому устройству могут явиться средством для сохранения наших собственных воспоминаний на протяжении множества лет. Как показал Винер в своей книге «Кибернетика» (или наука управления), это поистине новая отрасль творческой науки, связывающая математику, электронику и технику связи, руководимых новой отраслью математики, которая называется *информационной теорией*, с физиологией нервной системы и с самой психологией. Возможность создания того, что является действительно

* Проволочка, дающая контакт с кристаллом в детекторе.—Прим. ред.

мыслящими машинами, каким бы низким ни был уровень их мышления, безусловно будет иметь глубокое влияние не только на науку, но и на экономику и жизнь общества.

Волновая природа электрона

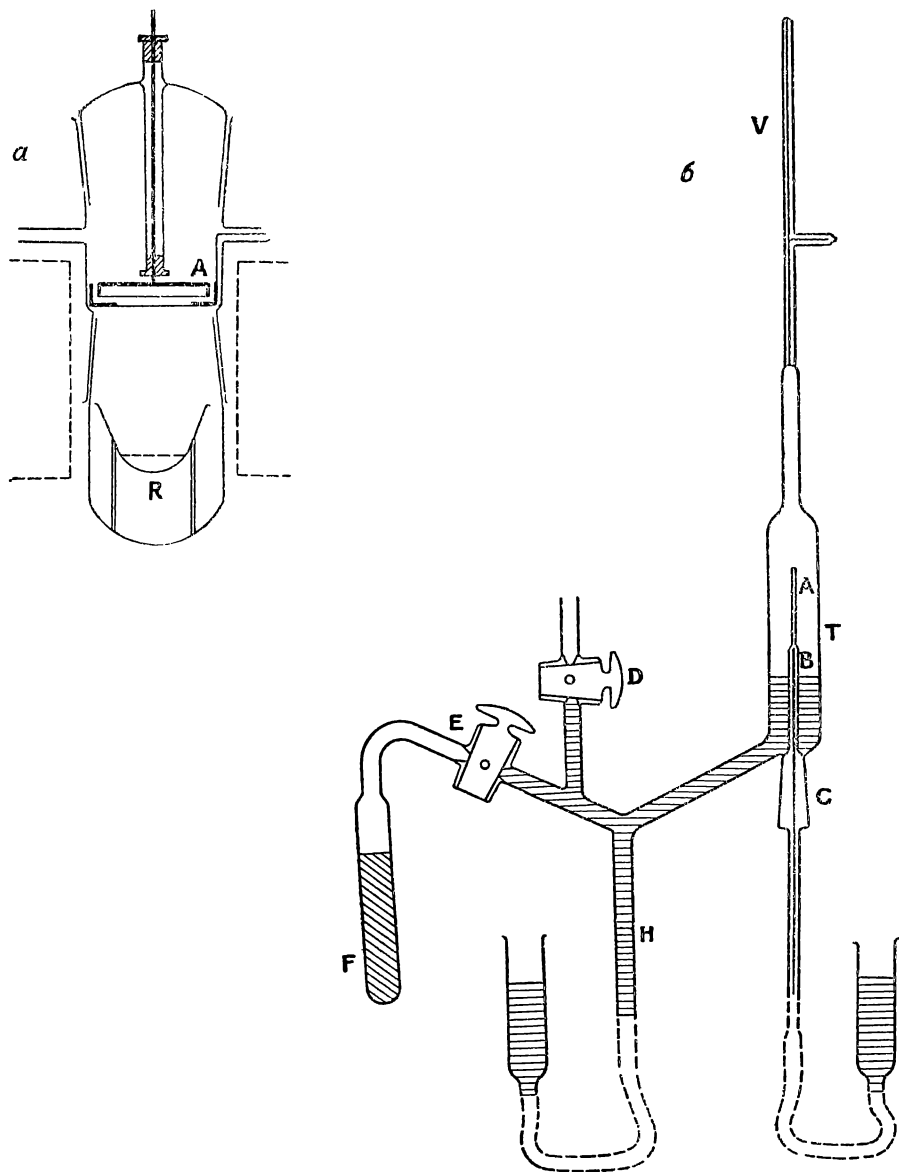
В то время как овладение длинными электромагнитными волнами обеспечило создание новых телескопов, результатом изучения самих электронов явились новые микроскопы. Де Бройль в своей теории 1924 года выдвинул гипотезу, что каждый электрон сопровождается волной, длина которой обратно пропорциональна количеству движения электрона. Три года позднее Дэвиссон и Джермер случайно открыли дифракцию электронов кристаллами, аналогичную дифракции рентгеновских лучей кристаллами, открытую за 14 лет до того. Это открытие могло быть сделано при попытке проверить теорию де Бройля. Фактически оно было обнаружено чисто экспериментальным путем и притом с запозданием. Дифракция электронов могла быть замечена даже до открытия рентгеновских лучей, ибо узкие пучки электронов простреливались через металлические пластинки еще в 1894 году, но никто не подумал о фотографировании возникавшего при этом луча. Если бы электронная дифракция была замечена и из нее был бы сделан вывод о волновой природе электрона, то весь ход развития физики XX века был бы изменен и, вероятно, весьма ускорен, хотя те же открытия были бы, вероятно, сделаны в другом порядке.

Электронный микроскоп

Даже до того, как был понят параллелизм между электроном и светом в их действительной роли как частиц и как волн, начала применяться идея использования отклоняющих электрических и магнитных полей для их фокусировки. Мы сейчас знаем, как концентрировать и фокусировать электроны для использования всех технических методов рефракции и интерференции, уже применяющихся в обычных оптических инструментах. Встретившиеся при этом затруднения были вначале связаны главным образом с проведением экспериментов, поскольку электроны могут свободно двигаться только в вакууме и «линзами» для них должны были служить нематериальные, электрические и магнитные поля; однако по мере усовершенствования технических методов трудности эти были преодолены и выросла новая наука—электронная оптика. Величайшим ее триумфом явился *электронный микроскоп*. Действие обычного светового микроскопа ограничено тем обстоятельством, что, используя длинные волны, он может применяться только для наблюдения объектов определенных размеров, и хотя для наших органов чувств световая волна имеет исключительно малую величину—менее одной пятидесятитысячной дюйма,—она все же очень велика по сравнению с размерами атома, который фактически примерно в 2000 раз меньше. Ну а электронные волны могут быть еще значительно короче, и удобнее всего использовать те из них, длина которых составляет около одной десятой атомного диаметра. Поэтому посредством комбинации электрических или магнитных линз должно оказаться возможным имитировать микроскоп, в котором можно добиться в сто или тысячу раз большего увеличения, чем в световом микроскопе. Сделать это удалось физiku Ручке, сконструировавшему в 1937 году первый электронный микроскоп. С тех пор эти микроскопы были значительно усовершенствованы в смысле их разрешающей силы увеличения, так что с их помощью можно отчетливо видеть такие малые объекты, как отдельные молекулы.

Электронный микроскоп представляет собой даже еще больший шаг вперед по сравнению с обычным микроскопом, чем был этот последний по сравнению с невооруженным глазом. Он позволяет нам увидеть и воспроизвести на фотографиях все виды структур, начиная с тех, которые ясно видны в обычном микроскопе, и кончая такими, которые имеют практически атомные размеры. Это наиболее прямой путь приведения структуры микровещей в сферу наших обычных органов чувств. И как таковой он имеет большое философское зна-

чение, ибо придает осязаемую реальность таким единицам, как молекулы, которые вначале рассматривались как абстрактно гипотетические. Структуры



Р и с. 15. Два важнейших эксперимента Резерфорда по радиоактивности, показывающие крайнюю простоту использованной аппаратуры.

a—определение заряда, которым обладают альфа-частицы. Альфа-частицы, излучаемые из источника в *R*, собираются на изолированном электроде *A*. (Из «Proceedings of the Royal Society», A, 81, 162, 1908 год.); *b*—идентификация альфа-частицы как иона гелия. Эманация радия вводится в трубку *A*. Альфа-частицы, проходящие через ее тонкие стенки, обнаруживаются по их спектру в разрядной трубке *V*. (Из «Philosophical Magazine», 17, 281, 1909 год.)

таких размеров являются самыми интересными и важными для понимания характерных свойств жизни. В электронном микроскопе вирусы и бактериофаги впервые становятся видимыми и различимыми, и более тонкая природа структуры таких тканей, как мускулы и кожа, начинает давать представление о том, почему они имеют своеобразные и полезные свойства, проявляемые ими в живых организмах. Было показано даже, что митохондрии и другие органоиды,

обнаруживаемые внутри клеток, имеют внутреннюю слоистую структуру, впервые раскрыв тем самым наличие давно подозреваемого внутриклеточного аппарата. Масштабы увеличения сейчас настолько велики ($\times 500\,000$), что стало возможным объяснять видимое в микроскоп, с точки зрения молекулярных моделей, чье поведение было установлено с помощью биохимии, тем самым в принципе образуется последнее звено в цепи между атомом и организмом. Использование электронного микроскопа явится источником открытия целой новой области биологии. (Фото 3 и 4.)

10.5. ФИЗИКА И СТРУКТУРА МАТЕРИИ

Строение молекул и химия

Задолго до создания электронного микроскопа, вслед за первоначальными открытиями фон Лауэ и Брэггами дифракции рентгеновских лучей кристаллами, был разработан значительно более мощный, хотя и косвенный путь наблюдения даже еще более тонких структур (стр. 404). Эти методы анализа структуры кристаллов были сейчас настолько усовершенствованы, что представилось возможным в очень большом числе случаев определить точное положение, размеры и формы атомов в достаточно сложных молекулах. Так, например, структура молекулы пенициллина была вначале разработана целиком методами рентгеновских лучей, прежде чем она была подтверждена химическим анализом^{6.84a}. Рентгеновский анализ показал, что атомы представляют собой определенные, более или менее сферические тела различных размеров, соответственно их внутреннему строению, имеющие внутри молекул или в кристаллах относительно постоянные и измеримые расстояния между ними. Было показано, что воображаемые картины молекул, нарисованные Кекуле и химиками-органиками XIX века для иллюстрации логических следствий химических реакций, имеют материальную и пространственную основу. Рентгеновские лучи являются не единственными коротковолновыми излучениями, которые могут быть использованы для раскрытия структуры молекул и кристаллов. Была также широко использована дифракция электронов, особенно для изучения поверхностных эффектов, часто имеющих жизненно важное практическое значение, и для определения структуры молекул в газах. В более поздние годы была использована также дифракция в кристаллах нейтронов из ядерных реакторов. Они имеют то большое преимущество, что дают сведения о ядрах атомов, а не об электронных облаках. Благодаря этому было обнаружено существование антиферромагнетизма, при котором магнитные моменты атомов располагаются так, чтобы нейтрализовать друг друга, вместо того, чтобы взаимно поддерживать друг друга, как это происходит, например, в ферромагнитном железе.

Внутренние колебания молекул

Картина строения молекул, раскрытая рентгеновскими лучами, была по необходимости статичной. Это была длительная экспозиция, в которой всякое внутреннее движение было затуманено; однако физика XX века компенсировала также и этот недостаток и дала сведения о динамичном поведении молекул, что было равнозначно созданию кинофильма об их движениях. Такое достижение явилось результатом применения квантовой теории молекулярных спектров, в особенности в инфракрасной области, где период колебаний света мог быть настроен в соответствии с естественными колебаниями атомов в молекулах. Как показали в 1928 году Раман и Мандельштам, можно найти величину этих частот с помощью мельчайших изменений, происходящих в цвете видимого света, рассеиваемого молекулами. Скорости колебаний в различных частях молекулы должны были обеспечить чрезвычайно точные измерения сил, удерживающих атомы вместе в этих молекулах. Новые физические методы построили таким образом завершенную *количественную* физическую картину, с учетом расстояний и сил, вместо прежнего чисто формального знания того, как молекулы держатся друг возле друга с точки зрения таких *качественных* концепций, как валентность и родство.

Новые химические теории

Уже в 1920 году, опираясь на теории Косселя и Льюиса, а также Ленгмюра, основанные на простой модели атома по Бору, способного присоединять или утрачивать электроны, чтобы превратиться в положительный или отрицательный ион, было возможно переосмыслить неорганическую химию в физических выражениях. Это было огромным выигрышем в рациональности. Химия XIX века могла найти простые формулы для соединений, но не могла объяснить ни свойств этих соединений, ни даже того, почему могли образовываться именно эти, а не другие соединения. Общая область химии могла быть теперь подразделена на четыре подобласти: редких газов, где все электроны оставались прикрепленными к атомам; металлов, где наблюдался избыток электронов; неметаллов, где электронов не хватало, и солей, где произошли обмены между металлическими и неметаллическими ионами. Таково современное обоснование арабо-парцельсовой спагирической системы ртути, серы, соли (стр. 218). Аналогии, покоящиеся на внешней видимости, находят свое объяснение на основании квантовой теории (стр. 405). С развитием квантовой теории эта общая картина могла в свою очередь принять количественный характер; в случае солей или ионных кристаллов силы, сдерживающие весь кристалл, могли быть вычислены через известные электростатические потенциалы.

Химия минералов

Это оказало непосредственное влияние на понимание сложной химии минералов и горных пород. Подробные рентгеновские анализы Лоренса Брэга в сочетании с пространными обследованиями всех элементов В.М. Гольдшмидтом (1888—1947) и теоретической прозорливостью Паулинга показали, что устойчивость минеральных структур, а отсюда и их местонахождение в земле зависели от весьма простых соображений. Устойчивый минерал действительно встречается тогда, когда соответствующее число составляющих его атомов, которые могут рассматриваться как сферы различных размеров, плотно и правильно примыкают друг к другу. Мир минералов, некогда представлявший собой хаос, теперь был приведен в порядок, и новые знания о нем сразу же показали свою ценность для понимания распределения элементов в горных породах, а отсюда и сведений о том, где их можно найти. Структура кристаллов действительно должна была оказаться ключом к формулировке принципов *геохимии*, с помощью которой возможно было проследить быстротечные и длительные преобразования горных пород путем эрозии, отложения, складкообразования и вулканического действия.

Электронная теория металлов и сплавов

Более серьезное практическое значение имели успехи, обусловленные применением рентгеновского анализа к металлам. Оказалось, что эти последние имеют исключительно простую кристаллическую структуру, объясняющую ту легкость, с какой они сплавляются друг с другом. При этом было выяснено, что число свободных электронов, придающих металлам их способность к отражению и одновременно электропроводность, имеет преобладающее значение, что обусловило возможность ввести в металлургию рациональное начало вместо прежнего принципа «проб и ошибок». Но структурное исследование сделало даже больше того: оно объяснило основные, ценные в экономическом отношении, свойства металлов—их пластичность и способность к затвердению, а также способы, с помощью которых их можно ковать, прокатывать и тянуть,—и позволило ввести рациональный контроль этих процессов.

Квантовая теория валентности и межатомных связей

Значительно более сложной, однако, была проблема соединений между неметаллами. Только в 1927 году была найдена первая нить, ведущая к разгадке природы действующих между ними сил. Силы эти были приписаны—это может

быть понято только в выражениях квантовой теории—возможности обмена идентичными электронами, принадлежащими одновременно одной паре атомов. И только в 1934 году Гейтлером и Лондоном было разработано количественное объяснение гомополярной или ковалентной связи, которое было применено ими для простейшего случая—молекулы водорода с двумя протонами и электронами. Несмотря даже на то, что метод этот не мог быть количественно применен к более сложным случаям, он все же дал физическое понимание большинства до тех пор совершенно не объяснимых, чисто экспериментальных фактов химии. Он объяснил общую природу химических реакций и то, почему в ходе каждой реакции освобождалось или поглощалось известное количество теплоты, соответствующее изменению в уровнях энергии электронов в начальном и конечном состоянии. Он также пролил свет на самые важные в практическом отношении достижения химии XX века—осуществление реакций с помощью искусственных катализаторов или естественных энзимов, которые, и те и другие, действуют путем уменьшения количества энергии, необходимого для того, чтобы могла начаться химическая реакция, хотя они и не оказывают влияния на ее конечное состояние. В свете этого метода стал ясен и механизм *цепных реакций*, которые либо в быстрой форме горения в цилиндре двигателя, либо в процессах полимеризации для производства пластических масс приобрели важное промышленное значение.

Взаимоотношения химии и физики

Не следует, однако, представлять себе дело так, что будто бы в результате всех этих достижений химия превратилась в простую отрасль физики. Произошло другое: физическая теория и физические экспериментальные методы все больше проникали в старые качественные идеи и в кустарную практику ранних химиков и рационализировали их. Опираясь все более запутанными и неустойчивыми соединениями, химия возрастала в своей сложности столь же быстро, если не еще быстрее, чем шел процесс преобразования ее основных теорий под влиянием физики. Физика представляет собой орудие для химика, точно так же, как химия является полем для теоретических упражнений физика.

Науки о земле. Геология и геофизика

Положение наук о земле—геологии, океанографии и метеорологии—качественно отличается от положения основных наук—физики и химии. Это объясняется более низкой степенью обобщения в этих науках, поскольку они имеют дело скорее с частными положениями и периодами, чем с установлением законов, общих для всех мест и времен. Они содержат больше описательных и исторических и меньше логических и математических элементов. Они являются скорее *графиями*, чем—*логиями*. По этой причине, хотя они и выросли колоссально в своем объеме, изменения, которые в них произошли, были обусловлены главным образом новыми техническими методами и новыми идеями, заимствованными у физики и химии.

В XX веке не произошло ничего, что могло бы явиться причиной коренного пересмотра принципов геологии, установленных в XIX веке. Однако они были в огромной степени уточнены и расширены. Под давлением непрерывно возrastавшего спроса на нефть, уголь и металлы методы изыскания их были совершенно преобразованы. Возникла новая наука, *геофизика*, благодаря которой самые усовершенствованные инструменты для гравитационных, сейсмологических и магнитных измерений были приспособлены для использования в поле, а в некоторых случаях и в воздухе. Получаемые с их помощью данные о характере пластов, лежащих на глубине нескольких тысяч футов, были приведены в соответствие с результатами пробных буровых скважин. Геолог прежних времен с его маленьким молоточком стал столь же неуместным, как и прежний старатель с его ослом, киркой и тазом. Их место занимают целые армии инженеров и ученых с самолетами, грузовиками и буровыми вышками, опирающихся в своей

работе на структурные теории, причем результаты этой работы проверяются в базовых лабораториях. Именно в этой области новые социалистические страны, освободившиеся от ограничений и секретности конкурентной коммерческой эксплуатации недр, ушли далеко вперед; Азербайджан готовит больше полевых геологов из местного населения, чем Англия.

Полная научная ценность этой массы новых сведений еще недостаточно осознана. В сочетании с геохимией и дополненные экспериментами-образцами, ведущимися по последнему слову техники, новые геологические и геофизические данные должны стать основой для полного количественного объяснения таких явлений, как горообразование, вулканы, землетрясения и ледниковые периоды. Огромные успехи были сделаны в области исторического аспекта геологии путем использования радиоактивных изменений для измерения абсолютного возраста пластов, так что сейчас даты являются такой же неотъемлемой частью истории геологии, как и истории человечества. Применение изотопов для прослеживания точного происхождения различных формаций только еще начинается, однако обещает обеспечить ключ для определения решающих дат в геологии, таких, например, как дата происхождения жизни^{6.77; 6.113}. Опыт новых методов дал уже достаточно указаний на то, что в геологии, как науке, скоро должно будет совершиться огромное преобразование, однако оно будет иметь место только тогда, когда каждая часть земли будет открыта для использования ее теми людьми, которые на ней живут, и когда механические и научные возможности человечества смогут быть использованы для обнаружения и использования естественных ресурсов в конструктивных, а не разрушительных целях.

Океанография

В то время как в изучении твердой коры земли преобладающее значение имеют структурные и исторические элементы, при изучении вод и атмосферы должен быть понят динамический элемент и быстрота изменений. Классические дни океанографии относятся к XIX веку, когда нанесение на карты океанских течений и измерение глубин представляло собой естественный аккомпанемент к открытию мировой торговли и прокладыванию подводных кабелей. Развитие этой науки в XX веке было более широким, чем эффективным. Настоячиво накапливались данные о физических условиях в океанах, проливался свет на законы испарения, приливов и гонимых ветром течений. Величайший прогресс был достигнут на краях океанских бассейнов, континентальных выступах, изборозженных извилистыми и глубокими каньонами все еще не известного происхождения, которые были изучены с помощью противолодочного прибора первой мировой войны—пьезоэлектрического эхолота. Морские десантные операции второй мировой войны привели к первому подлинно количественному изучению морских побережий, волн и течений, которые участвуют в их образовании. Со времени окончания войны было проведено захватывающее изучение глубоководного морского дна, которое люди начинают посещать в батисферах. Длинные цилиндрические куски грунта, которые могут теперь извлекаться из ила глубоководных морей с помощью колонковых буров, свидетельствуют о десятках миллионов лет постепенных отложений, и их интерпретация дает ключ к познанию климатов ранних веков. На еще большей глубине взрывное эхолотирование проследило отложения вплоть до самой кристаллической коры. Здесь океанография идет в ногу с геофизикой и сейсмологией, и заинтересованность в результатах этих исследований является более чем чисто академической. До сих пор человек эксплуатировал только подземные богатства; значительно более обширные подводные пространства еще ожидают, чтобы их вскрыли.

Метеорология

С другой стороны, воздух полностью занял подобающее ему место в научных исследованиях только в XX веке, когда потребность в воздушных сообщениях в мирное время и даже в еще большей степени во время войны стимули-

ровала ежечасное знание температур и ветров. Требовалось познать также и более высокие слои атмосферы, выходя далеко за пределы сферы деятельности старых, связанных с землей метеорологических станций. Одним из первых плодов этого явилось открытие в 1900 году верхней границы возмущенных нижних слоев воздуха, тропосферы, и существования плавно текущих более высоких слоев стратосферы. Следующее решающее открытие было сделано в 1918 году Бьеркнесом, выдвинувшим свою теорию полярного фронта циклонов^{6,12}. Сам циклон едва ли представлял собой какое-то новое открытие^{6,12}. Это—явление, которое вряд ли может пройти незамеченным: небесный дракон китайцев, страшный, но в конечном счете благодетельный и приносящий дождь, представляет собой олицетворенное торнадо. Первое точное описание его было дано Дампьером в 1687 году; первое объяснение его как явления поднимающихся вверх масс воздуха, которые начинают крутиться под действием вращения земли, было предложено Эспи в 1841 году.

Это объяснение было дополнено Бьеркнесом, который выступил с концепцией решающего значения, утверждавшей, что изолированные массы теплого и холодного воздуха взаимодействуют только на наклонных плоскостях контакта—холодных и теплых фронтах,—результатом чего являются облака и дождь. Теория Бьеркнеса была косвенным или, быть может, негативным следствием первой мировой войны. Будучи отрезан в Норвегии от зарубежной метеорологической информации, он был вынужден изобрести самостоятельный способ предсказания погоды. Введя в метеорологию третье измерение, Бьеркнес предвосхитил новое огромное значение физики высоких слоев атмосферы, которой предстояло вырасти из насущных потребностей авиации. Во время второй мировой войны эти потребности были отчасти удовлетворены путем использования радиоприборов, в частности радиозонда, передающего метеорологические сведения из точно локализуемых шаров, и с помощью прямого применения радиолокации, особенно ценной при изучении штормовых условий. Даже непрерывный дождь имеет поддающийся обнаружению радиолокацией плоский потолок, где он образуется из тающего снега. Несмотря на все это новое богатство сведений и даже несмотря на наличие электронных вычислительных машин, тщетно ожидающих, чтобы их уменьшили до приемлемых размеров, метеорологии еще только предстоит стать полноценной наукой со своими количественными законами, связанными с остальными областями физики.

10.6. ТЕХНИКА XX ВЕКА. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Мы обрисовали сейчас прогресс и взаимосвязи физических наук в первой половине XX века. Остается проследить влияние этих достижений на общую технику и промышленность данного периода. Трудность здесь заключается не в том, как это имело место в предшествовавшие столетия, чтобы проследить связи между наукой и промышленностью, но в том, чтобы суметь разобрать их в отдельности, хотя бы с целью описания. Примером этому уже явилась потребность в описании радиопромышленности как неотъемлемой части прогресса физики. Ясно, что влияние науки на промышленность является сейчас и более быстрым и более далеко идущим, чем когда-либо прежде, и несомненно, что наука периода второй мировой войны и последовавших за ней лет быстро становится неотъемлемой и нераздельной частью промышленности. С самого начала века можно было справедливо утверждать в отношении некоторых отраслей промышленности, таких, как химическая и электропромышленность, что наука могла сейчас больше дать промышленности, чем научиться у нее. К середине столетия этот уровень был достигнут даже в наиболее традиционных отраслях промышленности, таких, как сельскохозяйственная и строительная.

Развитие промышленности в XX веке, хотя оно и является непосредственным продолжением ее развития в XIX веке, шло настолько быстро и далеко, что превратило весь процесс производства в нечто по существу совершенно

новое. Основным в первой половине столетия явилось здесь превращение производственных методов из таких, при которых машины были только помощниками ремесленника в его мастерстве, в *массовые методы производства*; а это в свою очередь должно, повидимому, уступить во второй половине века место *автоматически регулируемому производству*, где новые механизмы, в своем большинстве электронные, займут место неквалифицированного обслуживающего персонала нынешних полуавтоматических машин. Этому изменению в методах производства отдельных товаров сопутствует значительно большая степень взаимопереплетения различных отраслей промышленности и превращение традиционных и кустарных промыслов, таких, как сельское хозяйство и строительство, в механизированные отрасли промышленности. В следующих отделах будет дан обзор основных событий в механической и химической промышленности и той роли, какую играла в них наука. В отношении электрической промышленности это уже в основном было сделано при рассмотрении достижений физики, с которой она нераздельно связана.

Массовое производство

Массовое производство является, по существу, скорее организационным, чем техническим новшеством. Его элементы, взаимозаменяемые детали и сборка существовали с конца XVIII века (стр. 332). Весьма характерно, что именно оружейный завод Эли Уитнея первым показал в период американской войны за независимость возможность производства сложного оружия не путем обработки различных деталей, так, чтобы они в точности соответствовали друг другу, а посредством сборки любого комплекта таких деталей, сделанных достаточно похожими одна на другую, чтобы позволить такую сборку^{6.43; 6.56}. Способы осуществления ряда операций, быстро следующих одна за другой, были также практически выработаны около 1870 года в боях Цинциннати путем использования воздушной линии сборки. Объединение этих двух методов произошло, однако, только в первом десятилетии XX века, поскольку только к тому времени оказалось возможным, и притом только в Америке, найти соответствующий рынок сбыта для большого количества сложных машин при условии, что они могут быть сделаны дешево. В то же время это решающее достижение должно было повлечь за собой нехватку квалифицированной и избыток неквалифицированной рабочей силы и требовало минимальных капиталовложений со стороны старой и в высшей степени насыщенной капиталами промышленности вроде английской. Такое сочетание условий могло быть найдено только в Соединенных Штатах в начале столетия, когда фермерские земли были полностью заняты, но нуждались в машинах и транспорте, а из Европы шли потоки миллионов новых иммигрантов.

Двигатель внутреннего сгорания и автомобиль

Машиной, которой больше чем какой-либо иной суждено было преобразовать как промышленность, так и условия жизни в XX веке, явился двигатель внутреннего сгорания. И все же его изобретение не связано непосредственно с паросиловой станцией. Это объясняется в значительной мере тем, что в середине XIX века пионеры энергетической и транспортной техники слишком хорошо преуспевали, по крайней мере на своей родине, в Англии. Монополия стационарных паровых машин для заводов, паровозов—для железных дорог и судовых двигателей—для пароходов задержала развитие в Англии других видов энергии, как электрической, так и внутреннего сгорания^{5.3}. В самом деле, мы могли бы иметь двигатель внутреннего сгорания чуть ли не на 30 лет раньше, если бы не умышленные ограничения на любой вид дорожного транспорта, продиктованные железными дорогами. Пресловутый билль «красного флага» был отменен только в 1896 году, и двигатели внутреннего сгорания развивались в таких странах, как Франция и Германия, где отсутствовал всякий опыт в области техники машиностроения, какой мог быть найден в Англии.

Двигатель внутреннего сгорания, хотя и более косвенно, чем первоначальная паровая машина, явился плодом применения науки, в данном случае термодинамики. Основная идея взрыва предварительно сжатой смеси воздуха и горючего газа для осуществления термодинамического эффекта принадлежала французскому инженеру де Роша (1815—1891), который выдвинул ее еще в 1862 году, однако от идеи до работоспособной машины был еще далекий путь и необходимо было разработать еще много существенных деталей—методы зажигания, функционирования клапанов,—которые не требовались в паровых машинах. Пионеры-практики Лемуан (1822—1900) и Отто (1832—1891), изобретшие все еще почти универсальный четырехтактный цикл, и Дизель (1858—1913), дополнивший его компрессорным зажиганием, сумели создать мощные двигатели, однако применение их ограничивалось на протяжении XIX века сравнительно небольшим числом стационарных газовых и нефтяных двигателей. Темпы использования их для дорожных локомотивов или автомобилей росли в последние десятилетия века медленно, и даже тогда эти двигатели производились главным образом как предмет роскоши или для спортивных целей. Генри Форд (1863—1947) начал как конструктор-любитель в мастерской на заднем дворе и быстро превратился в самого преуспевающего фабриканта нового автомобиля, потому что он понимал, что то, что было действительно нужно,—это дешевый автомобиль в огромных количествах^{6.40}. Осуществление этой идеи потребовало в некоторой степени массовости производства и в то же самое время дало мощный толчок его дальнейшему развитию. Начиная с этого момента все классические методы машиностроения должны были подвергнуться перестройке с тем, чтобы оно было способно производить идентичные детали в большом количестве, не требуя индивидуального внимания квалифицированного мастера к каждой отдельной детали.

Моторостроение

С той минуты как в обращении появился дешевый автомобиль, огромный, до сих пор нереализованный латентный спрос на индивидуальный, семейный и грузовой транспорт породил целую новую отрасль промышленности. Это обстоятельство может послужить примером того, насколько плохо знает предприниматель-капиталист, где можно найти источник прибылей. Нельзя оценить подлинную потребность в каком-нибудь новом продукте, если в обращении нет достаточного количества его прототипов. Однако, чтобы удовлетворить эту потребность, необходимо вложить в производство известный капитал, а трудность при капитализме всегда состояла в финансировании предприятия на столь ранней его стадии. В результате этого большой разрыв во времени между изобретением чего-то нового и его внедрением в жизнь обусловлен главным образом финансовыми соображениями.

Стоило только доказать прибыльность производства моторов, как капиталы начали притекать в него достаточно свободно. Выросла новая отрасль промышленности, которая через несколько лет должна была перегнать более старые отрасли машиностроения и в значительной мере поглотить их. С момента своего успеха в широких народных массах автомобильная промышленность стала высококонцентрированной, ибо удовлетворить спрос рынка могли только самые крупные концерны. Наряду с новыми химическими и электрическими комбинациями автомобильная промышленность заняла свое место в самом центре монополистического капитализма. Интересно, но не очень удивительно, что начало производства автомобилей в широких масштабах практически совпало с окончанием дальнейшего совершенствования двигателя внутреннего сгорания, ибо, если не считать незначительных изменений в его конструкции, имевших чисто технический характер, он попрежнему остается тем, чем был в 1880 году. Что является радикально новым, так это не самый автомобиль, хотя внешность его и могла измениться, а массовые методы его производства, к чему мы вернемся позже. Дальнейшее техническое совершенствование двигателя внутреннего

сгорания и превращение его в турбину внутреннего сгорания должно было прийти с другой стороны—из авиации.

Авиация

Летать как птица было извечной мечтой человечества, как об этом свидетельствуют широко распространенные легенды о летающих людях или летающих машинах, а также издревле делавшиеся во всех странах мира попытки подражать птицам. Мечта эта особенно привлекала ученых,—таких непохожих друг на друга фигур, как Леонардо да Винчи (стр. 215), Джон Даммиан (ок. 1500), алхимик Иаков IV Шотландский^{6.59}, математик Кейли (1821—1895) и физик-экспериментатор Ленгли (1834—1906). Мы знаем, что никому из них не удалось добиться успеха, по крайней мере в осуществлении длительного полета, из-за отсутствия легкого двигателя, хотя они и могли конструировать и заставлять летать любые планеры, как это может сделать любой человек сегодня. Фактически, хотя ученые указали путь к этой цели и хотя Ленгли сконструировал большую, приводимую в действие паром модель, которая смогла пролететь около полумили, не ученым было суждено сделать окончательные, увенчавшиеся успехом усилия. Проблемы полета столь сложны, что не могли быть разрешены наукой прошлого века; и поистине много важных вопросов все еще выходят за пределы возможностей современной науки.

Осуществление полетов в нынешней практике должно было явиться скорее техническим, чем научным достижением и похоже на преобразование пироги в судно. Однако между двумя этими процессами имеется следующее важное различие: в то время как для первого из них потребовалось примерно 2000 или 3000 лет и происходил он почти совершенно незаметно, второй был успешно осуществлен меньше чем за 20 лет и явился результатом буквально одного решающего скачка. Это различие обусловлено более динамичными техническими и общественными условиями и темпами XX века. Прежде попытки осуществить полет имели, и должны были иметь, чисто любительский характер. Только энтузиасты могли пойти на риск верных финансовых потерь и серьезной опасности для жизни и здоровья, сопряженных с ранними летательными экспериментами. Лилиенталь, величайший и наиболее научно подготовленный из пионеров, разбился в 1896 году со своим планером. Однако имелось достаточно любителей и приобретенный ими опыт передавался от одного к другому, пока не был достигнут окончательный успех.

В осуществлении длительного полета все зависело от наличия достаточно легкого двигателя, а такой источник энергии мог быть получен только в XX веке в результате усовершенствования двигателя внутреннего сгорания. Братья Райт, механики-велосипедисты по профессии и аэронавты по призванию, смонтировали ими самими сделанный двигатель на самолет и работали над его усовершенствованием до тех пор, пока он в первый раз не полетел в 1903 году. Труден только первый шаг. Стоило Орвилу Райту поднять свой аэроплан в воздух и заставить его пролететь несколько футов, как будущее авиации было обеспечено. Неважно, сколько несчастных случаев, финансовых убытков было с этим сопряжено,—люди знали теперь, что могут летать. Прогресс во всех направлениях, хотя в течение десятилетия он все еще носил любительский характер, шел быстрыми темпами уже просто потому, что сейчас новая промышленность моторостроения обладала достаточными капиталами и техническими возможностями, которые могли быть немедленно направлены на любое радикально новое начинание. Непосредственная выгодность авиации не была очевидной, однако рекламная ее ценность была колоссальной и могла быть использована новой дешевой прессой. К сожалению, очень скоро возник головокружительный спрос на новые летательные машины. И не прошло и одиннадцати лет со времени первого полета, как первый аэроплан уже принял участие в боевых действиях. С этого момента потребности войны должны были служить постоян-

ным побудительным стимулом для развития авиации, стимулом, который является в этой области абсолютно господствующим.

Аэродинамика

В основном именно в связи со своим эмпирическим происхождением аэроплан должен был в первые десятилетия своего существования больше давать науке, чем извлекать из нее. Это обстоятельство послужило причиной для начала серьезного изучения аэродинамики, что должно было получить широкий отклик в машиностроении и даже в метеорологии и астрофизике. Усилия, относящиеся к более раннему периоду, такие, как работа Магнуса (1802—1870), сосредоточивались на полете снарядов. Изучение обтекаемого движения и турбулентности, предпринятое в связи с работой над первыми аэропланами, нашло себе непосредственное применение в конструкции судов и во всех проблемах, связанных с воздушным течением, начиная с доменных печей и кончая вентиляцией жилищ.

Сравнение развития аэроплана в XX веке с развитием паровоза в XIX веке показывает колоссальную роль экономических и политических условий эпохи империализма. Даже сегодня паровозостроение представляет собой в экономическом отношении гораздо более выгодное дело, чем самолетостроение. Но паровоз был создан в период глубокого мира и по соображениям чисто коммерческим и связанным с получением прибылей (стр. 305). Он потребовал крупных капиталовложений, однако можно было твердо рассчитывать на то, что он себя окупит. Аэроплан, однако, почти с самого начала рос под крылышком государства, ни на минуту не упускавшего из виду его военного значения. Строительство самолетов все еще не может себя окупить, и их эксплуатация осуществляется только с помощью прямых или скрытых субсидий. Удобства и незначительные преимущества, обеспечиваемые аэропланом, как, например, оказание врачебной помощи в отдаленных местах или борьба с таким бичом, как саранча, являются абсолютно тривиальными по сравнению с его эффективностью в распространении разрушений. Даже до изобретения атомной бомбы его вездесущность и сознание, что «бомбардировщик всегда прорвется», сеяли во всем мире чувство страха и разбивали надежды на возможность какой-либо окончательной безопасности.

Реактивные самолеты и ракеты

Эволюция аэроплана с пропеллерным двигателем шла по прямой линии от биплана Райтов до летающей «сверхкрепости»; однако требование все больших скоростей для военных целей пробило, наконец, типичный консерватизм конструкторов и породило газовую турбину, обусловившую возможность создания реактивного самолета. Весьма характерно, что неизбежность этого события была понята как в Англии, так и в Германии еще за много лет до его появления, и тем не менее пионеры этого дела получали весьма мало поощрения, и даже во второй мировой войне самолет этот появился слишком поздно, чтобы иметь какую-либо ценность в военном отношении.

Из тех же потребностей войны возник и самый старый из снарядов с огненным двигателем—ракета. К настоящему времени различие между самолетом и ракетой постепенно стирается и, повидимому, исчезнет совсем, как только удастся заставить атомную энергию служить в качестве движущей силы. Реактивный самолет и ракета эксплуатируются только в верхних слоях атмосферы; при этом ракета выгодна как транспортное средство только для межконтинентальных путешествий. Уже сейчас атмосфера перестала способствовать полету ракеты и превратилась в помеху. Перспектива длительных путешествий, которая еще десять лет тому назад казалась бесконечно далекой, сейчас, несомненно, находится в пределах технических возможностей, хотя в нынешнем состоянии мира она разрабатывается для целей новых всемирных разрушений.

Тенденция в технике. Скорость

Направление в конструировании самолетов представляет собой пример общей тенденции, проявляющейся во всей современной технике, ко все большим и большим скоростям. Скорость содержит в себе как преимущества, так и компенсирующие их недостатки. Двигатели с высокой скоростью имеют то преимущество, что они концентрируют большее количество энергии в меньшем пространстве и что, действуя быстрее, они в каждый данный отрезок времени осуществляют больше работы или перевозят больше грузов. На первый взгляд они кажутся экономичными—большие балансирные машины XVIII века обеспечивали жалкую мощность в 4—10 лошадиных сил; в одном из их цилиндров можно было бы сейчас поместить мотор в тысячу лошадиных сил. Однако контраст этот несколько обманчив; то, что выигрывается в компактности, теряется в высокой стоимости эксплуатации и технического обслуживания. Мы уже не требуем больше, чтобы машина непрерывно работала в течение ста лет, как это фактически было со старыми балансирными машинами. Поскольку более высокие скорости требуют значительно большего совершенства как в отношении материалов, так и производства, их подлинная стоимость растет вместе со скоростью. Эти недостатки исчезают там, где скорость и компактность составляют все, а стоимость ничто, то есть на войне. Даже для использования в мирное время скорость может оказаться экономичной там, где она связана с более высокими рабочими температурами, дающими больший термический коэффициент. В аналогичном случае с электричеством более высокие вольтажи порождают проблемы изоляции, однако вызывают меньшие потери тока, а отсюда дают возможность передачи энергии на большие расстояния.

Расходы на науку и экономия капитала

Погоня за скоростью, несомненно, стимулировала развитие науки и техники, поскольку чем больше скорость, тем больше потребность понять связанные с нею процессы и материалы и повысить уровень спецификации и мастерства. Скорость является только одним из факторов, обуславливающих развитие машиностроительной промышленности в этом направлении. Экономические условия повсюду требуют достижения более низких производственных расходов: Вещи должны делаться не только лучше, но также и быстрее и с помощью меньшего числа людей. Высокие заработки, обеспечиваемые неустанным нажимом профсоюзов, вызывают стремление к экономии рабочей силы. Все это поощряет использование изобретательности и науки. И той и другой обеспечено широкое поле деятельности.

Производственные процессы как таковые имели в прошлом весьма мало отношения к науке. Они выросли путем постоянных и почти незаметных изменений из мастерской раннего металлического века (стр. 305), обслуживавшейся хозяином с помощью одного подмастерья. И до начала XX века никаких серьезных попыток к рациональному и научному их изучению так и не предпринималось. Такая попытка подразумевает среди прочих вещей также и новые взаимоотношения между техникой и наукой. В одном отношении все это представляет собой возвращение к положению, существовавшему до начала промышленной революции. В XIX веке вместе с быстрым ростом производства машин рос и разрыв между относительно небольшим числом исследователей нового—ученых и множеством тех, кто реализует и использует эти научные открытия,—инженеров. Сейчас мы начинаем понимать, что нельзя иметь хороших инженеров, которые не были бы одновременно учеными, то есть не были бы в большей степени способны применять методы науки для анализа и выяснения того, что они делают и должны делать, чем пользоваться накопленным опытом, здравым смыслом и взятыми из учебников формулами (стр. 26 и далее).

Однако прежде чем инженер сможет стать ученым, ученый должен научиться быть инженером. До сих пор слабым местом в этом отношении было то, что ученый в своем стремлении найти решение, приемлемое как с точки зрения

математики, так и данных эксперимента, умышленно пренебрегал большинством тех переменных, с которыми не может не сталкиваться в своей работе инженер, а именно—практическими ограничениями времени и пространства, а также качеством имеющихся в его распоряжении материалов, и, что, быть может, еще важнее—поскольку они лежат далеко за пределами кругозора чистой науки,—экономическими вопросами стоимости и политическими проблемами управления и собственности. Между тем тот факт, что все эти вопросы также должны приниматься во внимание во всякой реальной проблеме, не делает эту проблему менее научной. Он только подчеркивает, что наука до сих пор по-настоящему не принялась за выполнение своей задачи. Ввести факторы стоимости в качестве переменных величин как в самый производственный процесс, так и в способы изменения этого процесса и притом на количественной основе с целью добиться величайшей производительности—вещь вполне осуществимая. Такие расчеты действительно вполне успешно производились в капиталистических странах во время войны, когда вопрос этот мог рассматриваться как вопрос определения того, каким образом можно добиться максимума эффективной производительности с затратой минимума рабочей силы и материальных ресурсов. Проблемы организации промышленности, являющиеся по своей сущности политическими и социальными проблемами, хотя и находятся еще в пределах сферы науки, имеют, однако, более широкий объем, чем естественные науки, и будут рассмотрены в соответствующем разделе общественных наук.

Социальные последствия массового производства

Экономические и социальные последствия развития методов массового производства сказались главным образом на транспорте и в легкой промышленности. Стоило появиться в обращении большому количеству перевозочных средств с моторным двигателем, в особенности автомашин и легких грузовиков, как процесс, начавшийся в век железных дорог, был закончен, и сельские местности, как и города, стали доступными для товаров и пассажиров. Это имело непосредственное экономическое влияние на рынок, однако еще более серьезно отразилось на продвижении городов в сельскую местность и превращении большинства промышленных районов в огромные пригороды. В то же самое время применение выпускаемых в массовом количестве сельскохозяйственных машин, особенно тракторов и комбайнов, резко сократило потребность в большом числе женских и детских рабочих рук в деревне. Это помогло сломить местный партикуляризм и по необходимости оказало нивелирующее влияние—с течением времени все усиливающееся—не только местного характера, но и во взаимоотношениях между отдельными странами и даже континентами. Такое положение не обязательно ведет к усилению международных связей, однако имеет тенденцию превращать национальные проблемы в классовые. Пробуждение Азии и Африки облегчается внедрением автобуса и велосипеда.

Как только методы массового производства прочно заняли свое место в моторостроительной промышленности, они начали распространяться и на другие отрасли промышленности, в частности на новую электропромышленность. Они ускорили также и процесс превращения менее крупных текстильной и пищевой отраслей, прежде носивших кустарный характер, в промышленность крупного масштаба, обеспечивающую рынок стандартизованными и расфасованными потребительскими товарами. Уже одна концентрация этих процессов на фабриках сама по себе породила научные проблемы *контроля за качеством* и приспособления методов мелкого производства для целей крупной промышленности. Так начинают действовать новые области научного исследования, занимавшегося такими свойствами материалов, как *пластичность* и *реология*, или наука о текучести веществ, подобных дегтю и бетону, а также регулированием отдельных процессов. Новые науки в свою очередь содействовали рационализации технических методов, лежащих далеко за пределами тех областей, которые их породили. К середине века все традиционные отрасли промышлен-

ности, даже в их последнем оплоте, на домашней кухне, приобрели, по крайней мере, оттенок научности.

Строительство. Бетон и стандартные дома

По сравнению с развитием массового производства наблюдающийся в XX веке постоянный прогресс в области строительства, обусловленный все более рациональным применением стали и бетона, был разве что только менее эффективным. Само по себе применение стали имеет менее революционный характер; небоскреб с его стальными каркасами является всего-навсего средневековым зданием, только более крупных размеров, и, во всяком случае, представляет собой фантастическую растрату стали. Значительно большее значение имело введение *железобетона*, впервые примененного Монье еще в 1868 году, однако полностью занявшего подобающее ему положение только в 20-х годах XX века. Здесь налицо стремление найти рациональное сочетание массивности и прочности бетона на сжатие с прочностью стали на разрыв. Следующим логическим шагом, сделанным Фрейсинге в 1928 году, было подвергнуть сталь растяжению и таким образом получить *напряженно армированный бетон*, материал, едва ли уступающий стали по легкости и упругости. Применение железобетона колоссально увеличило размеры воздвигаемых человеком сооружений по отношению к естественным, о чем свидетельствуют построенные им здания, дороги и плотины. В сочетании с тяжелыми шатающимися экскаваторами и землесосными снарядами он действительно сделал человека способным изменять во все возрастающих масштабах неблагоприятные географические условия, менять русла рек и прорезать горы. В то же самое время совершается давно запоздавшая революция в исконных традициях строительства, где вместо кирпичной кладки и ручной отделки на месте все большее количество деталей *заготавливается заранее* и само строительство становится по существу механизированным процессом сборки. Такие успехи развивались медленно и все еще наталкивались на огромное сопротивление, однако под давлением потребности в удобных и дешевых жилищах они все же в конце концов одерживают победу. Проблема эта, однако, выходит за рамки чисто технической. Дома составляют неотъемлемую часть всего уклада жизни человечества, и задача примирения традиции и продуктивности потребует напряжения всех способностей архитекторов и инженеров.

10.7. ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

По той степени преобразований, которым химическая промышленность подвергалась в настоящем веке под влиянием науки, она уступает место только электропромышленности. В результате этого она стала центральной отраслью промышленности современной цивилизации, такой отраслью, которая благодаря осуществляемому ею контролю над материалами имеет тенденцию распространяться и в конечном счете объединить более старые отрасли, как, например, горнорудную, плавильную, нефтеочистительную, текстильную, резиновую и даже в связи с тем, что она занимается удобрением и обработкой продовольствия, и самое земледелие.

Включение в химическую промышленность не только химии, но все больше также и физики привело здесь к радикальному разрыву с грязной, размещавшейся где-то на задворках, химической промышленностью начала XIX века. Упор на простое видоизменение и увеличение масштабов традиционных химических операций уступает место сознательно запроектированному химическому заводу, расчетливо строящему свою работу на применении результатов лабораторных исследований к операциям крупного масштаба. Такие операции требуют контроля, совершенно отличного от того, каким обладали старые химики, контроля, основанного больше на применении приборов, чем на опыте и кустарных методах. Все это создало новую профессию *инженера-химика*, в то время как хи-

мик-физик, а в конечном счете и физик также начинают принимать непосредственное участие в работе химической промышленности.

Методы непрерывного потока, катализ и синтетический подход

Двумя основными характерными чертами, отличающими химическую практику XX века от практики XIX века, является применение *методов непрерывного потока* и *катализаторов*. Применение процессов непрерывного потока вместо циклической подачи представляет собой химический эквивалент метода сборки, несомненно, намного опередивший его. Процесс этот предполагает значительно более полный контроль каждой его стадии, а следовательно, усиливает значение использования физических методов оборудования и автоматического контроля.

Другим серьезным достижением, которое только сейчас начинает показывать все свои возможности, явилось массовое применение катализа. Каталитические процессы истари применялись в химии, однако современное применение катализа, особенно по отношению к нефтяной и газовой химии, настолько существенно отличается по своим масштабам от старых методов, что составляет новую эпоху в химии. Очистка и изменение химических веществ уступают место радикальным *синтезам*.

В прошлом химические продукты делались из натуральных продуктов путем процесса сепарации и превращения. В таких исключительных случаях, как случай угля, чрезвычайно сложный натуральный продукт шаг за шагом разрушается путем перегонки, а затем разлагается на множество побочных продуктов, которые в свою очередь могут быть превращены в более ценные химические вещества. В противоположность этому современная практика, беря в качестве исходных те же самые или подобные материалы, не делает попытки разложить существующие соединения, а разрушает все, вплоть до простейших соединений или даже элементов, причем новыми универсальными химическими материалами являются двуатомные молекулы, такие, как водород, окись углерода, кислород и азот. Из них с помощью катализаторов производятся все старые и новые химические продукты, особенно те, которые раньше получались естественным путем, но сейчас требуются в больших количествах и в более чистом состоянии, чем их может дать природа, как, например, высокосодержательное горючее, искусственный каучук и большое многообразие пластических масс и волокон.

Полимеры и пластические массы

Все эти вещества, за исключением горючих с низким молекулярным весом, составляют то, что мы называем *полимерами*, ожерельями молекул, автоматически связанных друг с другом посредством цепной реакции, обычно вызываемой катализатором. В *цепной реакции* полимеризации в противоположность бурным разлагающим цепным реакциям окисления или ядерного расщепления каждая новая секция, присоединенная к молекуле, делает возможным дальнейшее присоединение. Если молекулы присоединяются друг к другу в одном направлении, то получается волокно, если соединяются в сильно разветвляющиеся цепи, — смола, или так называемая пластмасса. Разгадка механизма цепных реакций и полимеризации такими химиками, как Семенов и Мельвиль, знаменует одно из важнейших достижений химии в нашем веке. Их применение вызвало к жизни целую новую отрасль химической промышленности — промышленность *искусственных волокон* и *пластических масс*. Многие из них, подобно нейлону и перспексу, являются сейчас обыденным явлением, хотя еще тридцать лет тому назад никто о них даже и не помышлял. В образовании и обработке полимеров новая рациональная химия с помощью таких физических инструментов, как вискометры и рентгеновские камеры, проникает в область промышленности. Крепость и эластичность волокна, его прочность и пригодность для окраски — все это может сейчас быть достигнуто в соответствии со спецификацией. Это объяс-

няется тем, что механизм, связывающий этот процесс с молекулярной структурой, начинает становиться понятным. Потребности войны имели решающее влияние на ускорение развития новой химической промышленности. Крупная промышленность синтетического каучука Соединенных Штатов была создана в течение двух лет, чтобы служить колоссальным потребностям современной войны. Это было бы немыслимо в мирное время, но основные трудности всегда были трудностями скорее финансового, чем технического порядка.

Молекулы, сделанные на заказ

Эпоха полимеров и пластических масс еще только начинается, и сами они представляют собой только первый пример материалов, сделанных по специальному заказу. В промышленной химии произошло то, что благодаря применению науки, в особенности физики, становится возможным сравняться и превзойти натуральные продукты по качеству и дешевизне. Химическая промышленность, которая, как мы видели, была вызвана к жизни главным образом текстильной промышленностью, теперь, как кажется, заменяет ее, по крайней мере в той степени, в какой это относится к производству волокна. Это не значит, что фабрика заменит ферму, но означает, что в будущем шахты, фермы, фабрики и лаборатории должны будут объединиться в один сложный поток химического производства, в котором молекулы будут браться в самых дешевых для производства формах и воплощаться в материалах, лучше всего способных удовлетворять потребности людей.

Научная химическая промышленность

Тот уровень, какой уже достигнут в этом отношении, служит признаком того, что химическая промышленность приобрела подлинно научный характер и значение, которое может сравниться только со значением электропромышленности. Разница между этими двумя отраслями промышленности состоит в том, что в то время как электропромышленность, целиком возникнув из открытий XVIII и XIX веков в области электричества, была в самом своем зарождении научной, химической промышленности пришлось осуществить полный переворот и перейти от самой древней традиционной процедуры к методам, основанным на рациональном подходе к разрешению конкретных проблем. Поэтому в обоих случаях спрос на ученых для обеспечения всех уровней будущей работы по исследованию, усовершенствованию и производству здесь больше, чем в любой другой традиционной отрасли промышленности, не исключая и тяжелую промышленность и машиностроение. Фактически примерно около трех четвертей всех научных работников, работающих в области промышленности вообще, занято в электрической или химической промышленности.

Точная химическая промышленность

В количественном отношении подавляющую часть химической продукции составляют тяжелые химикалии и пластические массы, вырабатываемые путем все более автоматизированных синтетических процессов. Качественно еще более важной, во всяком случае для будущего, является точная химическая промышленность, которая имеет все возрастающую тенденцию стать частью новой биологии. Химические методы, разработанные в последние годы XIX века для производства коммерчески ценных красителей, сейчас были в значительной степени направлены на изучение веществ, важных в биологическом отношении, сначала для производства исследований, а затем, очень скоро, с целью максимального использования полученных результатов в медицине или сельском хозяйстве.

Научное состояние биохимии будет рассмотрено в главе 11. С точки же зрения химии будет достаточно сказать, что эта наука проявляет все признаки того, что она находится пока еще в своей ранней и чрезвычайно быстро развивающейся стадии.

Общественные потребности и научное планирование

Успехи биохимии и химиотерапии показали, однако, что в этой области наука будет иметь значительно большее непосредственное влияние на дела людей, чем когда-либо в прошлом. Весь мир может быть быстрее изменен теперь посредством какого-нибудь химического открытия, такого, например, как открытие палудрина для лечения малярии или атрицида против наганы, чем объединения энергии всего имеющегося на земле урана. Этот факт делает относительное развитие различных отраслей науки делом настоящей общественной заботы. Нельзя уже больше полагаться на личные склонности и условия жизни отдельных ученых, часто даже не подозревающих всего значения разрабатываемых ими проблем, развивать по собственному усмотрению ту или иную область знания, когда правильный выбор этой области представляет собой, быть может, вопрос жизни или смерти для сотен миллионов людей. Это означает не столько необходимость в направлении работы ученых, сколько в лучшей системе научной подготовки, приспособленной к обществу, сознательно нацеленному на обеспечение максимального блага для человечества.

10.8. ЕСТЕСТВЕННЫЕ РЕСУРСЫ

Энергия, почва и минералы

Нигде так отчетливо не проявляется потребность в таком всеобъемлющем взгляде, как в использовании естественных ресурсов нашей планеты—земных недр и почвы, воды, воздуха и солнечного света. Это те области наук о земле, которые, хотя сами и были порождены опытом человека в извлечении естественных богатств (стр. 359 и далее)^{6,49}, до самого последнего времени продолжали оставаться в значительной степени описательными и разъяснительными науками. То, что имело место, представляло собой случайную расточительную эксплуатацию минеральных богатств, сочетавшуюся с еще более опасным вмешательством в почву и растительность. До наступления нынешнего века это хищничество и разрушения имели ограниченный и локальный характер. В настоящее время возросшие масштабы применения, мощь и еще более быстрый рост потребления горючего и металлов угрожают неоправимо нарушить медленно накапливающиеся естественные запасы всей планеты.

До настоящего времени, при капитализме, защитой им служило только неведение. Земля, являющаяся частной собственностью, поделенная на сферы влияния монополистических объединений, интересы которых могут диктовать здесь расточительную и хищническую эксплуатацию того или иного естественного источника с целью быстрого извлечения прибылей из низкой заработной платы, а затем отказ от дальнейшей его разработки под страхом роста поступления продукции на рынки и снижения цен и прибылей,—такая земля не может быть научно исследована или рационально использована. Фактически во всем так называемом свободном мире познание естественных ресурсов ограничивается разведкой отдельных, наудачу выбранных мест, проводимой компаниями и джентльменскими, крайне экономными обследованиями, осуществляемыми правительствами, глубоко озабоченными тем, чтобы не затронуть частных интересов.

Перед войной они обнаружили только весьма незначительную долю даже легко доступных минералов, как это достаточно ясно показывают те богатые месторождения, которые были открыты после войны с помощью несколько лучше финансируемых обследований.

Тот же самый урок может быть извлечен из опыта Советского Союза и Китая. Здесь известные естественные ресурсы, обнаруженные путем интенсивных обследований, проводимых все большим количеством научных экспедиций, далеко превосходили самые оптимистические из прежних предсказаний^{6,130: 6.156}. И здесь также изучение естественных ресурсов тесно связано с их использова-

нием. Теперь становится очевидным, что сырьевые ресурсы природы не являются чем-то, находящимся здесь только для того, чтобы их игнорировали или собирали как таковые, но что они требуют объединенного контроля над собой со стороны всего человечества. Минеральные богатства, водоснабжение, биологические возможности почвы, качества ее обитателей не являются чем-то раз навсегда данным и неизменным, но нуждаются в таком изменении, чтобы обеспечить не только наилучшее использование каждого, но также и наилучшее сочетание всех их вместе взятых. В этом отношении природу следует не только знать и использовать, но и изменять. Как начинает показывать опыт Советского Союза и Китая, новые механические, химические и биологические возможности, обеспечиваемые наукой, заключаются в том, что реки могут быть превращены в цепи озер, или наоборот, смотря по тому, чего от них требуют; что равнины могут быть покрыты лесами, а пустыни превращены в плодородные земли (стр. 516). Человек может сейчас действовать в масштабах всей природы и таким образом умножить ранее имевшиеся ресурсы^{6.104}. Преобразование природы по необходимости представляет собой столько же биологическую, как и физическую проблему, так что более полное рассмотрение ее целесообразнее перенести в следующую главу. Здесь достаточно будет указать на то, что с увеличением масштабов деятельности человека недостаточно уже ограничивать его знания и действия отдельными районами. Деятельность эта должна осуществляться в масштабах целого мира. Даже для законченного знания любой данной части земного шара необходимо применять наблюдения, сделанные на всей его поверхности. Для того чтобы с помощью науки можно было сделать естественные ресурсы доступными для всех, более чем когда-либо необходимо международное сотрудничество.

10.9. ВОЙНА И НАУКА

К несчастью, именно в этом столетии, когда международное сотрудничество в науке было наиболее необходимым и наиболее полезным, оно наталкивалось также и на наибольшие препятствия. Минувшие войны и революции и угроза грядущих сыграли огромную роль в задержке прогресса и в отвлечении науки от ее прямого назначения.

Всякая попытка обзора развития науки и ее взаимоотношений с промышленностью в XX веке должна охватывать и подробный анализ последней войны. Хотя в прошлом, как это уже было показано (стр. 129, 189), война оказывала на науку серьезное влияние и сама в свою очередь преобразовывалась наукой, сейчас ее воздействие приняло совершенно иной характер. Такое положение обусловлено сочетанием в наше время целого ряда обстоятельств. В прежние времена применение науки в производственных процессах значительно способствовало нарушению экономического и политического равновесия, породившему империализм, кризисы и войны нашего века. Десять лет было затрачено непосредственно на военные действия, когда все усилия промышленных стран были направлены на совершенствование, изобретение и производство нового оружия, и по крайней мере еще двадцать ушло на подготовку к войне, в ходе которой проводилась та же деятельность, только в слегка замедленных темпах. Физические результаты этой деятельности может увидеть каждый, по крайней мере в странах Старого Света, на примере полного разрушения городов, создание которых потребовало многих веков, в менее бросающихся в глаза, но значительно более болезненных и труднее восполнимых человеческих потерях и, что, быть может, страшнее всего,—в тех умонастроениях по отношению ко всему этому, как неизбежному злу, которые прививались людям.

Оружие уничтожения

Средства, с помощью которых были осуществлены все эти разрушения, имели в значительной степени научный характер. Даже еще до изобретения атомной

бомбы правительства привлекали тысячи ученых и расходовали десятки миллионов фунтов стерлингов на совершенствование самолетов, бомб и навигации с помощью радиолокации, не говоря уже о смертоносных «улучшениях» более старого оружия.

Теперь более чем очевидно, что такой вид применения физики уже принес достаточно вреда для того, чтобы на целые десятилетия задерживать развитие цивилизации, и способен при дальнейшем настойчивом продвижении его ускоренными темпами, как это фактически имеет место сейчас, уничтожить всякую жизнь на значительной части земного шара. Угроза водородной бомбы сделала это ясным всему миру.

Потенциальная польза военного снаряжения

Однако опыт военной науки так же решительно указывает и на другой, значительно более обнадеживающий вывод. Самая настоятельность потребностей войны показала, насколько быстрее физическая наука может быть продвинута вперед и применена на практике, чем в этом можно было бы убедить кого-либо в мирное время. Между тем даже во время войны наука только в незначительной степени использовалась непосредственно для боевых действий. В большинстве случаев задачей ее было удовлетворение тех же потребностей, какие существуют и в гражданской жизни, с той только разницей, что делается это без задержки и невзирая на расходы. Главные технические достижения во время войны относятся к области связи, транспорта и производства. Переносный приемо-передаточный аппарат, бульдозер, грузовик-амфибия и джип столь же характерны для второй мировой войны, как и самоходное орудие, летающие сверхкрепости и сама атомная бомба.

Реконструкция мира и распространение цивилизации на прежде бесплодные районы могут быть осуществлены с помощью этих простых и полезных изобретений значительно быстрее, чем это считалось возможным когда-либо прежде. ДДТ и пенициллин, хотя сами по себе и не были детищем военнo-научного исследования, разрабатывались и применялись в таких масштабах, которые, не будь войны, были бы невозможны.

Даже в создании самого оружия методы применения науки в мирное время и во время войны были, быть может, по существу одними и теми же, за исключением того, что в капиталистических странах они проталкиваются вперед с полной силой лишь под влиянием боязни убытков и надежды на прибыли, которые может дать одна только война. И также только во время войны может быть достигнут высокий уровень планирования и учета всех возможных результатов. Все эти аспекты проявили себя в важнейших научных достижениях второй мировой войны, в частности в радиолокации.

Тактические исследования

Опыт войны расширил сферу действия физических наук не в одной только области производства оружия. Впервые во время войны работа ученого отвлекла его от рассмотрения оружия как такового и заставила задуматься о том, как оно может быть использовано на поле боя. Результаты этого изучения почти неизбежно вели к научной разработке путем наблюдения и опыта фактических военных операций на суше, на море и в воздухе. Тактические исследования были определены как «использование научного метода, в частности метода измерения для изыскания решений, на которых могут быть основаны исполнительные действия»^{6, 53а}. Они использовались широко и часто с решающими результатами, например в противолодочной кампании^{6, 26} английскими, а позднее американскими силами; немцы к этому методу не прибегали, и это упущение способствовало их поражению, выразившись как в неудаче их поисков противовеса оружию их противника, так и в затрате ими несоразмерных усилий на создание оружия, всю бесполезность которого показало бы оперативное исследование.

Советские армии, насколько нам известно, не имели отдельного корпуса тактических исследований. Им это было не нужно, ибо благодаря радикально отличному классовому составу, подготовке и традициям Советской Армии наука с самого же начала составляла естественную часть ее тактической подготовки и боевых действий. Достижения этой армии как в производстве превосходного оружия старого и нового типа—танков, орудий и дальнедействующих ракет,—так и в их использовании на поле боя показывают ту степень, в какой наука может быть использована на войне, гибко и с выдумкой. Обычно забывают, что применение парашютных войск, которые сейчас рассматриваются как бесценный помощник атакующих сил, было советским новшеством, причем, когда его испытывали впервые, наши военные эксперты осыпали его насмешками.

Только в момент своего зарождения тактические исследования ограничивались исключительно областью физических наук. В связи с тем, что они начались с таких приспособлений, как радиолокация и прицельное бомбометание, к работе в этой области привлекались преимущественно физики. Однако по сути своей метод этот представлял собой метод организации людей и как таковой будет рассмотрен в главе 14. Его значение в этой связи состоит в том, что он первым проложил путь к объединению физической науки, техники и полнокровной практики в одну сознательную общую дисциплину, которая имеет гораздо более далеко идущее значение, чем чисто военные задачи, в особенности для промышленного производства.

Уроки атомной бомбы

Атомная бомба являет наглядный пример практического претворения научного открытия исключительно для военных целей в невероятно короткий, доселе не виданный срок—три года. Как научное и промышленное предприятие атомная бомба представляет собой самое концентрированное и, в абсолютных цифрах, величайшее научно-техническое усилие во всей истории человечества. Фактически сумма, затраченная на атомный проект—примерно 500 млн. ф. ст.,—значительно превышает то, что было израсходовано на всю работу по научному исследованию и усовершенствованию с начала данного периода.

С другой стороны, при всякой рациональной системе использования науки расщепление атома явилось бы центральным моментом самой интенсивной разработки, ведущей к применению его для производства энергии и для других целей, на которые могли бы быть направлены продукты атомного реактора.

Фактически, как мы знаем, оно было разработано для иной цели—цели производства бомбы и бессмысленного убийства в Хиросиме 60 000 и в Нагасаки 39 000 человек. Этот акт не может быть оправдан никакой военной необходимостью. Даже в официальном «Отчете о тихоокеанской войне» мы находим следующее заявление:

«...Основываясь на подробном расследовании всех фактов и опираясь на свидетельство оставшихся в живых японских руководящих деятелей, имевших к этому отношение, Комиссия по обследованию придерживается того мнения, что Япония, несомненно, капитулировала бы до 31 декабря 1945 года, даже если бы не были сброшены атомные бомбы, даже если бы Россия не вступила в войну и даже если бы не было запланировано или не предполагалось никакого вторжения»^{6.13; 6.20}.

Самое существование атомной бомбы, угроза ее применения Соединенными Штатами против своих бывших союзников, трагический фарс о шпионах и секретах, которые не были секретами, сделали больше, чем любые другие продукты науки, для того, чтобы буквально отравить международные отношения и посеять ужас и отчаяние во всем мире. В Соединенных Штатах известие о том, что Советский Союз также создал атомную бомбу, усилило чувство подозрения, жертвой которого стали Розенберги. Ответным шагом явилось не

соглашение о запрещении всякого атомного оружия, но интенсификация работы над созданием ужасной водородной бомбы (стр. 445). Именно оппозиция по отношению к такой политике и явилась подлинной причиной опалы Оппенгеймера.

События, связанные с созданием атомной бомбы, с самого же начала имели важные последствия в науке, экономике и политике. В частности, в Соединенных Штатах научно-исследовательская работа была под влиянием Комиссии по атомной энергии направлена по линии изучения ядерных проблем в прямой ущерб всем другим областям научной работы^{1, 49}.

Вся связанная с этим последующая история и до сих пор еще бесплодная дискуссия о запрещении бомбы и установлении контроля над производством атомной энергии выявляют, как никогда прежде, ключевую роль физической науки в международной политике^{6, 13; 6, 20}. К этому аспекту мы еще вернемся несколько позже. Здесь достаточно подчеркнуть значение нового вида крупного промышленного предприятия, выросшего вокруг производства атомной бомбы, которое предполагает более тесное, чем когда-либо прежде, сотрудничество монополистических электрических и химических концернов с военными кругами и правительством, с помощью которого без всякого риска для себя фирмы могут черпать из казначейства все возрастающие денежные суммы. Предложения о распространении той же самой системы на Англию, воплощенные в законе об атомной энергии, а сейчас все те различные шаги, которые предпринимались в пределах сферы действия капитализма для создания Евратома и других средств финансирования производства атомной энергии, показывают общую тенденцию поставить новые силы, обнаруженные наукой, на службу прибиям и войне. История атомной бомбы также служит уроком того, что даже в орбите капитализма, под угрозой войны, может быть осуществлено на плановой основе такое огромное предприятие, координирующее усилия различных отраслей науки и техники. Этот факт дает неопровержимое доказательство того, что могла бы сделать наука, если бы она была стратегически применена для удовлетворения потребностей человечества, а не для целей разрушения.

Управляемые снаряды

Атомная бомба являет собой пример самого разрушительного применения науки на службе войне, и она использовала также самые радикально новые достижения науки, однако это было не единственное событие решающего значения.

Не менее важным по сравнению с ней являются такие продукты применения науки в области радиационной физики и информационной теории, как телесвязь, радиолокация, сервоуправляемая артиллерия, радиовзрыватели, управляемые и возвращающиеся снаряды, введенные в действие к концу войны и с тех пор интенсивно развивавшиеся. Лежащие в основе этих достижений принципы были уже рассмотрены нами выше (стр. 418 и далее). Здесь необходимо только отметить, насколько научно-изыскательская работа в области радио и электроники была ускорена в процессе военного усилия и как потребности войны в легком, компактном и главное более восполнимом оборудовании преобразовали производство отдельных компонентов и привели к миниатюризации, нашедшей свое завершение уже после войны в крохотном полупроводниковом триоде, заменившем собой громоздкую электронную лампу.

Научное и бесчеловечное ведение войны

Конечной целью перевода оружия на электронный контроль и управление является задача еще большего отдаления живых людей во время войны от зоны фактических боевых действий, или, проще говоря, обеспечить безопасность людей, обслуживающих оружие, держа их вне сферы досягаемости результатов их работы и немедленного возмездия. Фактически использование

такого рода оружия не делает войну сколько-нибудь более гуманной. Значительно больше физической боли и страданий было причинено американцами и их союзниками в Корее за более короткий срок и большему числу людей благодаря использованию ими бризантных взрывчатых веществ и напалма^{6, 60}, чем в любой подобной войне в прошлом. Это оружие, однако, колоссально удорожает стоимость ведения войны, в результате чего вести войны оказываются способными только высокоиндустриализованные государства, полностью использующие возможности науки, или их менее высокоиндустриализованные и имеющие больше людских ресурсов партнеры. Далее, большой разрыв между самим действием и его результатами порождает безответственность современных методов ведения войны, которые по своей безрассудности действительно соперничают с хладнокровной жестокостью ранних веков. В своей книге «Война и прогресс человечества»^{6, 161} профессор Неф дает хорошо документированную историю прогрессирующей деградации норм поведения в процессе ведения войны, деградации, идущей в ногу с усовершенствованием смертоносного оружия. «Кнопочная» война позволяет благонамеренным и внешне цивилизованным людям совершать с чистой совестью самые чудовищные массовые убийства, результатов которых сами они никогда не видят.

Даже еще более опасным является убеждение в действенности кнопочной войны, ибо именно это убеждение является причиной той легкости, с какой развязываются агрессивные, или так называемые превентивные, войны. Ответственность за большую часть разрушений второй мировой войны, не давших никакого решающего стратегического преимущества, лежит на теории Треншара—Дуэ, утверждающей возможность выиграть войну путем уничтожения военного потенциала противника с помощью стратегических массовых бомбардировок. В действительности под интенсивными английскими и американскими бомбардировками военное производство Германии только возросло^{6, 13}.

Несмотря на это, такое представление является сейчас более превалирующим, чем когда-либо прежде. Вооруженные атомной или водородной бомбой и управляемыми снарядами, некоторые опасные безумцы в высоких сферах рассчитывают выиграть третью мировую войну за несколько часов или дней. Неуместное доверие к такому убеждению может действительно сыграть здесь плохую шутку.

Водородная бомба

Эти идеи, заимствованные из доатомного периода, породили свою собственную Немезиду, воплотившуюся в создании водородной бомбы. Стоило только начать гонку производства бомб, как стало казаться, что та сторона, которая первой придет к водородной бомбе с ее разрушительной силой, в тысячу или более раз превышающей разрушительную силу «обычной» атомной бомбы, приобретает решающее преимущество и, как открыто хвастали некоторые американцы, займет непоколебимую «позицию силы», чтобы именно с этой позиции вести переговоры. Как оказалось, Советский Союз шел в отношении создания новых типов ядерного оружия, повидимому, несколько впереди, и в 1954 году создано положение некоего атомного тупика, которое, возможно, помогло достичь ослабления международной напряженности.

Вначале водородную бомбу рассматривали просто как значительно более мощную атомную бомбу, поскольку сила каждого ее взрыва была эквивалентна взрывной силе десятков миллионов тонн (мегатонн) тринитротолуола. А это говорило о том, что одной такой бомбы было бы достаточно, чтобы стереть с лица земли крупный столичный город вроде Нью-Йорка или Москвы или промышленный район, подобный Руру. Поскольку сбрасывать эту бомбу на цели меньших размеров явилось бы расточительством, ее использование связывалось с теорией «решающего удара» и «тридцатичестичасовой войны».

Однако другое последствие применения этой бомбы заставило казаться маловажной даже такую степень разрушения и внесло в ведущуюся с помощью

науки войну новый и, повидимому, несравненный ужас. Это были *радиоактивные осадки*, о существовании которых стало известным в результате трагического случая, последовавшего за проведенными США 1 марта 1954 года испытаниями водородных бомб в Тихом океане. Вследствие перемены ветра несколько японских рыбаков, находившихся на расстоянии 75 миль от места испытаний, попали под радиоактивный пепел, вызвавший у них тяжелую лучевую болезнь, а также смерть одного из них, последовавшую шесть месяцев спустя. Произведенное японскими физиками исследование радиоактивного материала показало, как это ни удивительно, преобладание в нем продуктов деления урана. Сразу стало ясно, что бомба была обязана своей силой тройной, а не двойной ядерной реакции. Нейтроны, получающиеся в результате взрыва слившихся ядер атома водорода, использовались для разрыва урановой оболочки бомбы.

Теперь, когда скрывать дальше секрет водородной бомбы стало бесполезным, американские власти сообщили сведения относительно радиоактивных осадков, показавшие, что осадки эти обладают еще более страшной смертоносной силой, чем непосредственные результаты взрыва. Такая бомба, будучи взорвана на высоте нескольких тысяч футов от земли, могла дать осадки смертоносной концентрации на площади в несколько кв. миль, а поднятые взрывом вихревые движения воздуха могут распространить радиоактивные осадки на площадь еще 6 тысяч кв. миль, причем в направлении ветра зона эта простирается полосой до 200 миль в длину. Человек, попавший в зону выпадения данных осадков, подвергался такому воздействию радиоактивных элементов, которое составляло от 400 до 50 процентов смертельной для него дозы. Характер облучения не играет особой роли, ибо большая часть излучений обладает значительной стойкостью, и те, кто в момент выпадения осадков находился в укрытии, едва ли могли бы выйти из этой зоны незараженными. Но и это еще не все. Некоторая часть радиоактивного материала уносится в верхние слои атмосферы, простирающиеся над всем миром, и в течение долгих лет эти осадки продолжают падать на землю. Избежать их действия не может ни одно живое существо. В Уэльсе уже обнаружен в костях овец стронций 90, источником появления которого явились тихоокеанские взрывы. Именно эти более слабые излучения имеют генетические последствия и могут в течение ряда поколений давать уродов.

Потребовалось значительное время, чтобы эти факты могли осознать простые люди, и еще больше времени занял этот процесс у политических и военных деятелей. Такие факты превращают всякую перспективу войны в перспективу всеобщей бойни, масштабов и страданий которой не может представить себе человеческий ум и которая будет иметь буквально безграничные последствия. Мало вероятно—вопреки некоторым авторитетным предсказаниям,—чтобы милосердная смерть постигла всех без исключения, но лишь очень немногие смогли бы избежать лучевой болезни, и никто не избежал бы генетических последствий радиоактивных излучений. Полдюжины бомб смели бы с лица земли города и промышленные предприятия Англии. Один американский военный эксперт заявил даже, что бомбардировка, осуществленная всей американской авиацией в целом, убила бы примерно 700 млн. человек, то есть одну четвертую часть населения мира, но что жертвой ее пали бы отнюдь не только представители противной стороны. Как отмечал профессор Блэкет еще в 1954 году, это фактически делает всю международную стратегию, основанную на военной силе, бессмысленной. Несмотря на это, ни один человек, стоящий у власти, не хочет, по крайней мере официально, сделать соответствующие выводы и заявить, что поскольку всеобщая война явилась бы самоубийством, то чем скорее народы согласятся на всеобщее разоружение и изыщут иные, не насильственные средства для урегулирования своих разногласий, тем лучше это будет для них. Западные державы все еще твердят о водородной бомбе, как о наиболее эффективном средстве устрашения, и расходуют десятую часть национального

дохода и более половины своих научных и технических людских ресурсов на военные приготовления.

Влияние войны на науку и ученых

Мы уже отмечали серьезное изменение в положении и месте науки, порожденное второй мировой войной. В первую очередь это коснулось физической науки, поскольку она явилась той наукой, которая была наиболее передовой и теснее других связанной с войной и промышленностью. И именно война вызвала величайший перерыв в развитии физики в Англии и Америке. Большинство академических лабораторий было закрыто или обращено на военные нужды, и самые блестящие люди занимались проблемами, никакого отношения к их прежней работе не имевшими. То огромное значение, которое война придала физической науке, главным образом в связи с атомной энергией и электроникой, сохранилось и в послевоенный период. Это означало, особенно в Соединенных Штатах, серьезное расширение физических исследований и их оснащение обширной и дорогостоящей аппаратурой, такой, как экспериментальные реакторы, синхротроны и электронные счетчики.

Господство военной науки

Эти аппараты и вообще весь размах этой работы целиком выходят за пределы возможностей даже самых богатых университетов или даже промышленных фирм и могут поэтому быть найдены только в специальных государственных лабораториях или университетских и промышленных лабораториях, субсидируемых государством. Фактически были использованы обе эти возможности с тем результатом, что государственные лаборатории начали соперничать с университетами в организации аспирантуры, а физические факультеты университетов стали играть второстепенную роль по отношению к организованным внутри них по договору с государством программам научных работ. Само по себе это не причиняло особого вреда, а могло бы принести и пользу, обеспечив более тесный контакт между университетом и современной инженерной практикой, если бы не то обстоятельство, что вся эта научно-исследовательская работа в конечном счете проводится ради ее будущей ценности. Следствием войны явилось дальнейшее укрепление преобладания правительственного и монополистического контроля в физической науке.

Степень такого контроля является в различных странах весьма различной. Наиболее тщательно такой контроль осуществляется в Соединенных Штатах Америки.

С самого начала вся работа, связанная с атомной энергией, была подчинена ограничениям безопасности. Начиная с 1950 года это положение распространялось и на другие области. Оно выходит далеко за пределы простого контроля над результатами научных исследований, которые могли бы иметь ценность в военном отношении; оно затрагивает всю жизнь и мышление всего персонала университетов. Оно предполагает принесение клятв в «лояльности» в условиях, когда отказ от них означает увольнение, присяга же отдает преподавателя во власть любого информатора, который может приписать ему связь с любой из огромного множества подрывных организаций или просто обвинить его в том, что он разделяет их идеи.

Положение это достигло кульминационной точки в гонении на д-ра Роберта Оппенгеймера, ученого, непосредственно участвовавшего в создании атомной бомбы. Такая атмосфера оказывает свое влияние на новое поколение ученых обескураживая всякую самостоятельность мышления, да, по сути дела, и всякую мысль вообще, выходящую за пределы определенной узкой научной специальности.

В Англии военной наукой занимаются в значительно большей мере правительственные учреждения, чем университеты, и строго секретные исследования почти исключительно, хотя и не полностью, ограничиваются государственными

лабораториями. Здесь также нет такой непосредственной связи с крупным капиталом, а финансами университетов, хотя они и поступают в основном из казначейства, распоряжается руководство самих университетов. Таким путем удастся избежать наиболее страшных зол милитаризации науки, однако ценой урезывания развития научного исследования. Далее, контроль над мыслями осуществляется здесь значительно более тонкими методами, чем в Америке, но бороться против его влияния гораздо труднее. Преподавателей редко увольняют за их политические убеждения—их просто не назначают на ответственные посты, если взгляды их рассматриваются как нездоровые.

Во Франции положение является опять-таки совершенно иным в силу осложнений, связанных с немецкой оккупацией и наличием здесь большой и влиятельной коммунистической партии. Многие выдающиеся ученые смещены с руководящих постов по причинам политического порядка; в частности, один из ученых, открывших ядерное деление, и видный руководитель движения сопротивления Жюлио Кюри был снят с поста Верховного комиссара по атомной энергии в связи с публичным заявлением, что атомная энергия никогда не должна быть использована для войны.

Несмотря на такое давление сверху, ученые во всем мире продолжают настойчиво предостерегать против опасностей атомной войны и использования науки для военных целей. Ассоциации ученых-атомников в Соединенных Штатах, Англии и Франции не прекращают своих усилий по проведению высокоавторитетной информации по этому вопросу; к ним присоединяют свой голос и организации более общего характера, такие, как Всемирная федерация научных работников и Наука за мир, а также другие научные организации в Индии, Китае и Советском Союзе. В Японии, фактически, все без исключения научные организации провели кампании протеста против атомных бомб и их испытаний. Наиболее широкий отзыв получили воззвание, выпущенное по инициативе Бертрана Рассела и Эйнштейна и требующее положить конец войне, а также обращение более ограниченного характера, подписанное большинством лауреатов Нобелевской премии. Хотя все эти мероприятия и оказали свое воздействие на общественное мнение, но совершенно очевидно, что необходимо будет сделать еще значительно больше, прежде чем правительства всерьез решатся на заключение соглашения о запрещении атомной войны.

Стоимость научно-исследовательских работ в военных целях

Остается горьким фактом, что научно-исследовательская работа в области физики, проводимая в капиталистических странах, становится в невиданной доселе степени подчиненной требованиям военного характера. Еще более отчетливо проявляется этот военный аспект в распределении научно-исследовательской работы. Суммы, ассигнуемые на специально военные исследования и усовершенствования в Соединенных Штатах и Англии, сейчас во много раз превосходят довоенные расходы на эти цели, что можно увидеть из следующей таблицы:

РАСХОДЫ НА ИССЛЕДОВАНИЯ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
(в млн. ф. ст.)

	Промышленные исследования			Правительственные исследования					
				гражданские			военные		
	1937	1949	1953	1937	1949	1953	1937	1949	1953
США	61	325	660	20	43	71	5	250	710
Англия	3	32	50	3	17	26	1,5	86	208

Послевоенные расходы (на военные цели) совершенно затмевают расходы на гражданские исследования и усовершенствования за тот же период. Как расходуются эти деньги, сказать трудно в связи с тем покровом тайны, который окружает эту работу. Весьма вероятно, что львиная доля их достается фирмам, производящим оружие, включая химические и машиностроительные, отпускается на производство новых веществ и составных механизмов. Совершенно несоразмерные суммы расходуются, повидимому, на усовершенствование оружия массового уничтожения и средств для его выбрасывания и управления им на больших расстояниях. Весьма возможно, что деньги эти в значительной степени бросаются на ветер, как это бывает в военных учреждениях с их пристрастием к испытаниям огромных масштабов, которые очень мало чему могут научить и которые недоступны по соображениям «безопасности» для проверок с научной и экономической точки зрения^{1,2-3}. Интеллектуальные качества занятого в них персонала, подвергающегося бесконечным проверкам и чисткам, чтобы устранить каждого, кто обладает мужеством или самостоятельностью мышления, вряд ли могут быть высоки. Можно поэтому было бы возразить, что теоретическая наука немного от этого теряет. И тем не менее потенциальные ее потери колоссальны.

Сотни миллионов фунтов стерлингов или миллиарды долларов, отпускаемые на военные исследования, достаточно ясно говорят о том, как много получила бы гражданская наука при более здоровой системе. В самом деле, если бы деньги эти были разумно распределены на цели народного образования, исследований и усовершенствований, они могли бы совершенно изменить положение науки и сделать возможным огромный скачок вперед в быстроте и ценности ее применения для удовлетворения потребностей человечества. Однако в условиях капиталистического общества вряд ли можно ожидать такого использования науки.

Причины этого будут рассмотрены в главе 14; здесь будет достаточно сказать, что, в то время как стоящая под покровительством правительства научно-исследовательская работа для мирных целей мешает частной или монополистической промышленности эксплуатировать потребителя, покровительствуемая правительством научно-исследовательская работа для военных целей приносит этой промышленности договоры на исследования и усовершенствования и обеспечивает ей прибыли без всякого риска.

По той же самой причине основной урок, который дала науке война—о значении стратегического планирования,—не может быть перенесен в условия мирного времени (см. ниже)^{1,2}. Война показала, что можно как-то распределить проблемы, даже фундаментальные проблемы, на всю область военного усилия и установить среди них какой-то порядок очередности. Это было сделано как в отношении важности их разрешения, так и в отношении шансов добиться их реализации в приемлемый отрезок времени, постоянно принимая при этом во внимание деловые и личные качества, а также интересы ученых в каждой отрасли науки. Сейчас более чем когда-либо прежде необходимо применение известной доли подобной стратегии и планирования в науке мирного времени, однако будет ли возможно добиться этого—вопрос, который относится уже не к физической науке, а к самому обществу и обсуждение которого должно быть отложено до того, как будут рассмотрены области биологической и общественных наук.

10.10. БУДУЩЕЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

Прежде чем перейти к этим областям, целесообразно на минуту задуматься над тем, что может готовить будущее для физических наук и для производственных отраслей промышленности, с которыми они так тесно связаны, а также посмотреть, какой вклад могут внести физические науки в мышление и культуру грядущих лет. Предельные темпы развития науки и промышлен-

ности могут, и в конечном счете, безусловно, должны, определяться факторами социального и экономического порядка. Эти же факторы, хотя и в меньшей степени, могут определить направление или распределение всего научного усилия между отдельными отраслями науки. Тем не менее остается попрежнему справедливым, что наука и промышленность могут в ближайшее время двигаться вперед только на основе существующего промышленного оборудования и идей.

Революционные открытия и теории могут совершенно неожиданно изменить эту картину, но не во всех отношениях и не сразу, как легко можно увидеть, если учесть, сколько времени понадобилось квантовой теории для того, чтобы дать себя почувствовать. Даже деление атомов, при всех затраченных на него миллиардах долларов, пока еще не изменило сколько-нибудь решающим образом ход развития физики.

Тем не менее было бы пустым занятием пытаться предсказать будущее теоретической и прикладной науки отдельно для каждой из них. Сочетание исследований и усовершенствований в физической науке неизбежно будет еще более тесным, причем роль теоретической науки будет непрерывно возрастать. Техника находится в процессе быстрого преобразования под влиянием тех отраслей науки, которые породили ее три столетия тому назад.

Руководство в технических изменениях будет отныне принадлежать науке. Эпоха кустарнических изменений миновала. Далее, быстро возрастает сама скорость перехода от открытия к его практическому внедрению. Каждое новое научное событие в каждой области физической науки будет, повидимому, воплощаться на практике не более как через несколько месяцев, а новый практический опыт, хоть и не столь быстро, будет иметь результатом обеспечение теоретической науки новыми орудиями и новыми проблемами.

Другим аспектом той же самой общей тенденции к взаимной согласованности является все возрастающая взаимосвязь различных научных дисциплин, которая фактически выходит далеко за пределы физических наук, в область биологии и общественных наук. Наряду с этим наблюдается все усиливающаяся потребность в понимании всей схемы научного и технического усилия в целом, так чтобы оно могло организоваться в стратегическое наступление, а не распылялось бы на несвязанные между собой рейды в неизвестное.

Переходя от этих общих аспектов к отдельным событиям, можно, не пытаясь делать каких-либо предсказаний в отношении их деталей, наметить какие-то определенные направления, где есть достаточные основания ожидать заметного прогресса в развитии науки и ее применении. Это не означает, что самые удивительные открытия будут сделаны именно в данных направлениях, поскольку уже признание того факта, что они будут удивительными, предполагает невозможность их предсказания. При данном научном усилии мы можем быть уверены, что они действительно *будут* иметь место, но *где* или *когда*—этого мы знать не можем. Некоторые области, богатые недавними открытиями, могут на время оказаться исчерпанными, другие, где ученые в течение десятилетий топтались на месте, могут оказаться на грани революционных изменений. Тем не менее опыт успехов недавнего прошлого может быть бесполезным в предсказании ближайшего будущего.

Будущее ядерной физики

Ввиду внутренне присущего ей значения природа элементарных частиц и их взаимодействие при столкновениях на малых и больших скоростях и взаимодействие в более или менее устойчивых ядрах занимает почетное место в физике. Если мы к этому добавим ее непосредственное военное значение и ее возможную будущую эксплуатацию для промышленных целей, а также те миллиарды долларов, которые израсходованы на такие исследования, то именно здесь мы можем ожидать самого большого прогресса. Новый арсенал экспе-

риментальных аппаратов, ускорители и реакторы для производства частиц, с одной стороны, и сцинтилляторы и счетчики для их обнаружения—с другой, несомненно, обеспечат новые данные и откроют новые явления, которые смогут стимулировать развитие теоретической физики и даже дать путеводные нити для давно назревшего прогресса.

В других отношениях это поможет развитию таких наук, как химия и биология, с помощью меченых атомов и—что очень важно в общественном отношении—сделает необходимым повсеместное расширение научного образования и исследовательской работы. Практические последствия открытий ядерной физики начинают проявляться только сейчас, как результат производства бомб и радиоактивных ядов, а также видны сдерживающие стимулы, вызванные требованиями военной безопасности. Тем не менее после Женевского совещания Глав Правительств Великих держав нам позволяют увидеть по меньшей мере некоторые способы ее применения.

Атомная энергия

Как уже говорилось, атомная энергия для гражданских целей уже используется не только для производства электричества, но и для транспорта. Американцы имеют атомную подводную лодку. Русские строят атомный ледокол, который сможет как растапливать лед, так и пробивать себе путь сквозь него; поговаривают об атомных паровозах и самолетах. Для путешествий в безвоздушном пространстве быть может уже недолго остается ждать атомных ракет. Не далее как через полстолетия, если войны удастся избежать, мы будем иметь в большом количестве дешевую энергию на базе деления ядра атома, а возможно, и еще более дешевую энергию на базе ядерного синтеза. Это означает потенциально неограниченное снабжение человечества материалами и продовольствием.

Энергия может быть использована для извлечения любого вида металлов из руды, какой бы бедной она ни была. Сталь и алюминий будут у нас в таком изобилии, какое нам только потребуется. Растения смогут выращиваться на всем пространстве пустынного пояса, куда дистиллируемая вода будет нагнетаться насосами из океана; на Севере цветы будут цвести в теплицах на протяжении всего недолгого арктического лета. Когда энергия будет столь же доступна, как воздух, могут быть другие лимитирующие факторы, которые надо будет преодолевать, но вряд ли найдется среди них такой, преодолеть который было бы так же трудно, как те, которые достались нам в наследство от века скудости, неравенства и эксплуатации.

Понимание, изучение и использование вселенной

В современной физике наметилась одна очень четкая тенденция, значительно усиленная изучением атомного ядра и космических лучей, а именно возродившийся интерес к внешней вселенной—планетам, звездам и галактикам. Этот интерес будет, очевидно, возрастать и усиливаться по мере того, как возможности выхода за пределы нашей собственной планеты будут становиться все более реальными и близкими. Астрофизика и космология, некогда представлявшие собой досужие занятия, повидимому, уже начинают соприкасаться с самой сердцевиной физики больших энергий; и для того чтобы полностью использовать возможности земли, даже если нам никогда не удастся ее покинуть, несомненно потребуются применение этих наук в геофизике и геохимии. Возродившийся интерес к свойствам *плазмы*—смеси атомов и электронов, обладающей высокой температурой,—к электрическим и магнитным полям для производства термоядерной энергии оказывает, в частности, непосредственное влияние на наблюдения за процессами, происходящими на Солнце, за звездами и туманностями. В самом деле, понимание ядерных процессов требует не только изучения структуры внешней вселенной—относительного изо-

бия элементов, циклов энергии, изменений на Солнце и звездах,—но также и ее истории. Проникновение в физику исторического элемента завершает связь между нею и биологической и общественной науками.

Оптические и радиотелескопы, телескопы для исследования космических лучей предстают сейчас как наблюдательные пункты для физического исследования и колонизации вселенной человеком. Оборудованные научными приборами ракеты уже достигают верхних слоев атмосферы. Серьезные экспедиции могут ожидать только по окончании одержимости военной наукой.

Существуют американские планы создания искусственного спутника Земли и советский проект отправить на Луну ракету, оборудованную телевизионной аппаратурой. Идея путешествий в безвоздушном пространстве уже завладела воображением молодежи. Стоит только начать осуществлять ее на международной основе, как такое путешествие станет столь захватывающим приключением, что, вероятно, вполне сможет обеспечить, выражаясь словами Уильяма Джемса, технический эквивалент войны.

Физика твердого тела.

Значение этой новой отрасли физики быстро возрастает в силу тех услуг, которые она оказывает, с одной стороны, машиностроению и ядерной физике в производстве металлов и материалов, обладающих новыми свойствами, и, с другой стороны—электронике, давая ей кристаллические осцилляторы, ферромагнитные порошки и полупроводниковые триоды, равно как и люминисцирующие и флуоресцирующие вещества. Быстрое развитие теории кристаллических тел и их дислокаций и дефектов начинается, наконец, переносить точную науку в область промышленной практики, и мы можем ожидать крупных новых успехов, ведущих к получению редких элементов, обладающих ценными свойствами.

Третья промышленная революция. Автоматизация

Энергия слепа; мы расточительно используем ее как замену—правда, весьма дорогую—усилий нашей мысли. Хотя производительность на человека-час за последние несколько десятилетий и возросла, производительность на киловатт-час фактически снизилась^{6.145}. Простое расширение материальной базы человека, не сопровождаемое повышением производительности и мастерства, означает опасность невозместимого истощения нашей планеты. Однако рост производительности и мастерства могут быть сейчас обеспечены дальнейшим развитием электроники, о чем мы уже отчасти говорили выше. Происходящие в настоящее время преобразования в промышленности, в частности в промышленности, работающей по методу массового производства, не представляют собой простого расширения механизации. Введение элементов контроля, суждения и точного измерения, которые могут быть обеспечены электронными приборами, равно как и неизмеримо возросшая скорость, с какой могут выполняться промышленные операции, дает нам полное основание говорить о *новой промышленной революции*. Прототипы автоматизированного производственного потока и даже полностью автоматизированных заводов уже существуют, но логика использования этих приборов во всех отраслях промышленности еще должна быть разработана. Этого уже не долго ждать. Что пока все еще задерживает этот процесс, особенно в капиталистических странах,—так это такие экономические факторы, как капиталсвложения и нехватка ученых и инженерно-технических работников.

Автоматизация, хотя в капиталистических странах она только-только еще начинает вводиться, уже принесла с собой безработицу и угрожает ее дальнейшим ростом. Максимальное использование автоматизированных заводов предполагает рациональную, хотя и гибкую, законченную систему производства. Должна выдерживаться и систематически улучшаться общая

картина технологического процесса всей промышленности и сельского хозяйства.

Это предполагает применение счетных машин, способных оперировать всем сложным комплексом результатов, таких машин, по сравнению с которыми наши сегодняшние электронные аппараты будут выглядеть всего лишь как их неуклюжие прототипы. Вся экономическая жизнь в целом— величина заработной платы, закупок, налогов и пенсионного обеспечения— могла бы рассчитываться автоматически, без помощи миллионов тружеников, вынужденных всю свою жизнь гнуть спину над письменным столом, чтобы выполнить эту работу.

Еще гораздо серьезнее будет в конечном счете влияние вычислительных приборов на математику, физику и другие отрасли науки. Они не только позволят производить вычисления, до сих пор превосходившие человеческие способности, но и, несомненно, коренным образом изменят всю нашу оценку количественных методов вычислений точно таким же образом и в значительно большей степени, чем это сделало введение арабских цифр в эпоху средневековья. Новые машины будут не подменять математическую мысль, а скорее стимулировать ее на новые усилия (стр. 418).

Другим аспектом электроники, таящим в себе почти невысказанные возможности будущего роста, является способность переводить и кодировать любой вид чувственных восприятий и переходить от одного изображения к другому, как это происходит ныне на экранах радиолокационных и телевизионных установок. Уже существуют читающие, говорящие и делающие перевод с других языков электронные машины и имеются возможности ускорения непосредственной связи между умами, основанной на физиологии нервной системы.

Новая химия

Выше уже был дан общий обзор химии, основанный на теории строения атома. Задача ближайшего будущего состоит в том, чтобы сделать химию наукой количественной, ее теоретические положения практически применимыми, так, чтобы наука могла указывать дорогу опыту, а не следовать за ним. Даже уже при наличии некоторых эмпирических методов химия приобретает способность производить на заказ известные вещества, в частности в области полимеров. Величайшее значение новые усовершенствования будут иметь, как мы увидим, в области биологии, однако и в области промышленных материалов может быть сделано достаточно для того, чтобы произвести серьезную революцию. Синтетические волокна, дезинфицирующие средства, краски, абсорбирующие смолы—все это представляет собой законченные образцы того, что может сделать химия в смысле подражания природе и усовершенствования ее продуктов. Следующий этап составит синтез материалов на базе теории, с тем чтобы они приобрели желательные для нас свойства, не существующие пока в природе.

На протяжении всей своей истории химия, как мы видели, была связана с промышленностью или скорее со всей совокупностью бытовых, сельскохозяйственных и промышленных процессов, требующих производства или видоизменения материалов. Однако такие отношения были только случайными. Отныне все эти процессы могут сознательно планироваться и укладываться в одну технологическую карту. Только этим путем ограниченные ресурсы земли смогут удовлетворить непрерывно растущие потребности промышленной и научной цивилизации. Повсюду упор будет делаться на экономию и сбережения. Материалы будут использоваться не просто потому, что они имеются под руками, но потому, что они являются наиболее пригодными для данной работы. А атомы и молекулы уже не будут браться просто для того, чтобы затем отбросить их в сторону,—их заставят служить одной цели за другой, в бесконечном круговороте. Абсолютный минимум элементов, и притом только тех, которые имеются в изобилии, будет связан в структуры

или рассеян в воздухе, воде или земле. Драгоценные сахара, синтезированные солнцем и воплощенные в лесоматериалах, будут сначала максимально использоваться в виде фанеры, прессованных опилок или бумаги и, отслужив свой срок, пойдут в пищу животным—или непосредственно, или в преобразованном с помощью дрожжей или плесени виде.

Непосредственные перспективы, открываемые физическими науками, обещают полное господство над той областью опыта, которая уже освоена нами на основе изучения обычных явлений природы, то есть, выражаясь научным языком, над всеми внеядерными явлениями. До конца XX века молекулы должны стать столь же удобоиспользуемыми, какими были рычаги, зубчатые колеса и цилиндры в XIX веке. Задачей следующего этапа будет расширить границу физических наук, с одной стороны, в направлении более глубокого понимания того, что происходит внутри ядра и элементарных частиц, с другой—в объяснении сложных химических и биологических явлений.

Использование физических наук

Если бы науки развивались исключительно в соответствии с их собственными внутренними интересами или даже во имя увеличения той помощи, которую они могли бы принести в обеспечении благосостояния людей, было бы относительно легко предусмотреть направление их прогресса, по крайней мере на ближайшее время. Однако в мире, таком, каким он фактически является, то, что будет открыто и что будет использовано—как в физических, так и в других отраслях науки,—представляет собой скорее общественный и политический, чем научный и технический вопрос.

Что именно произойдет, будет зависеть от того, в какой степени в различных частях мира будет оказываться сопротивление новым импульсам к развитию и использованию науки, или от того, как они будут извращаться экономическими ограничениями и военными требованиями. Если удастся избежать атомной мировой войны,—а если это не удастся, то вряд ли имеет какой-нибудь смысл вообще писать о будущем физики,—то ближайшие несколько лет должны будут наглядно показать относительную ценность социалистической и капиталистической систем в достижении научного и технического прогресса и в повышении общего уровня жизни. Это соревнование будет происходить на мировой арене, причем народы всех без исключения стран, в том числе и народы слаборазвитых стран, составляющие половину населения земного шара, будут наблюдать за ним, чтобы решить, какую из этих двух систем им следует избрать. Начиная это соревнование, главные капиталистические страны имеют преимущество в богатстве и мощи, но им мешает то, что они слишком много средств уделяют военным приготовлениям, а также неустойчивость их экономической системы. Социалистические страны, стремящиеся перегнать их, вынуждены были начать с более низкого экономического уровня, и их ослабляет необходимость создавать средства производства за счет предметов потребления. Победа будет одержана той системой, которая сможет наилучшим образом применять и развивать науку, и здесь, как в теории, так и на практике, преимущество должно оказаться на стороне социалистических государств.

10.11. НАУКА И ИДЕИ В ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД

Престиж физических наук, каким бы огромным и двусмысленным он ни был, покоится в наши дни на их практических проявлениях в мирное время и на войне. Впервые каждому стало ясно, что сознательно направляемая, а не пущенная на произвол случая наука может почти беспредельно изменять материальную основу жизни. Такое существенное усиление могущества человека не может не оказать влияния на его представление о вселенной и о собственном его месте в ней, представление, которое возвращает нас в старую обширную область философии, сейчас столь педантично сведенную к дискуссиям по грамматике.

Важные изменения внутри самой физической науки сопровождали технические и политические революции нашего времени. Не случайно, что это именно так, хотя нелепо было бы пытаться связать эти изменения простой цепью причин и следствий. Взаимоотношения этих факторов будут, повидимому, еще более сложными, чем в ходе последней великой революции в науке, имевшей место в XVII веке (стр. 268 и далее).

Хотя мы и живем в переходное время, мы уже теперь можем с достаточной ясностью видеть конец старой системы физического мышления, унаследованной от Галилея. Она была разрушена в начале века людьми и поныне здравствующими, хотя полное осознание происшедшей перемены пришло к нам только сейчас.

То, что мы можем видеть только очень смутно,—это схему новой физической вселенной, которой предстоит заменить старую. Мы имели свою коперникову революцию, но у нас не было своей ньютоновой. Дело не просто в том, что мы живем в век неопределенности и сомнения. Если оказывается, что основы физики ошибочны, под них подводят прочный фундамент предположений *ad hoc*, и строительство верхних этажей идет без запинки. Скорее все дело в том, что поток нового познания пришел к нам слишком быстро и слишком запутанным и противоречивым, чтобы его можно было усвоить целиком. Тем не менее каждый физик исполнен уверенности в том, что все в свое время будет приведено в порядок, хотя большинство понимает, что процесс этот слишком долго заставлял себя ждать.

Позитивизм и физика

В настоящий момент, как мы видели, ниспровержение простой механической картины открыло ворота для самых диких и в высшей степени обскурантистских умозрений. Если смысл потерян, то бессмыслица, кошунственная или священная, может в конце концов оказаться правой. Большинство ученых не разрешает трудности, а обходит их, скрупулезно придерживаясь наблюдений, причем до такой степени, что в конечном счете начинают сомневаться, что же именно составляет их объект. Преобладающей философией физической науки в капиталистических странах является позитивизм, представляющий собой даже еще более расплывчатую форму агностицизма соглашателей XIX века. Позитивизм не является по существу философией, выросшей из физики,—его общественно-политические корни будут рассмотрены ниже,—однако он очень глубоко вьелся в физику, особенно в Англии и Америке, где традиционное недоверие ко всякой философии вообще бессознательно делает физиков легкой добычей для любой мистической чепухи, которую им преподносят.

Релятивизм Эйнштейна, принцип неопределенности Гейзенберга, принцип дополнительности Бора принимают форму позитивизма не по какой-либо внутренне присущей физике причине, но потому, что все эти направления были порождены людьми, воспитанными в духе позитивистского мировоззрения. Недавние дискуссии о скрытых параметрах (стр. 411) показывают, что младшее поколение физиков, равно как и некоторые представители старшего, такие, как Луи де Бройль, и даже Гейзенберг, начинают распознать всю фальшь официальной аргументации. Ибо позитивизм в физике потерпел поражение; после его кажущихся побед в начале века он за двадцать лет не создал ни одной сколько-нибудь новой идеи и запутался в непрерывно углубляющихся противоречиях.

Кризис в физике и его разрешение

«Кризис в физике», о котором много лет тому назад писал Кристофер Кодуэлл^{6.22}, теперь официально признан всеми. Едва ли можно было ожидать, чтобы Кодуэлл в связи с недостатком у него научной подготовки мог пол-

ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ в XX ВЕКЕ (глава 10)

Годы	Исторические события	Математическая физика	Ядерная физика	Электроника	Техника	Структура материи	Химия
1890	Колониальные войны Рост монополий	<i>Лоренц.</i> Электронная теория <i>Стефан.</i> Закон излучения	<i>Беккерель.</i> Радиоактивность	<i>Крукс.</i> Катодные лучи <i>Стоней.</i> Электрон <i>Ленар.</i> Анодные лучи	Развитие автомобиля	Все более точные измерения механических свойств материалов	Синтезы красителей и лекарств
1900				<i>Рентген.</i> X-лучи	Стальные конструкции и железобетон в строительстве		
1900	Русско-японская война Первая русская революция	<i>Планк.</i> Квантовая теория <i>Эйнштейн.</i> Специальная теория относительности. Эквивалентность массы и энергии	<i>Кюри.</i> Радий <i>Резерфорд, Содди.</i> Радиоактивные превращения	<i>Дж. Дж. Томсон.</i> Масса электрона <i>Ланжевэн, Милликэн.</i> Заряд электрона Электрическая лампа, радиотелефония	Первый аэроплан <i>Райта</i> Быстрое развитие самолетостроения Дешевые автомобили	Контактный катализ для серной кислоты	Контактный катализ для серной кислоты
1910	Возрастающее напряжение между империалистическими странами		<i>Содди.</i> Изотопы <i>Астон.</i> Масс-спектрограф	<i>Лауэ.</i> Дифракция рентгеновских лучей <i>Брэгги.</i> Структура кристаллов	Массовое производство		
						<i>Брэгги.</i> Структура и свойства твердых тел	<i>Габер.</i> Азот и воздуха

	Первая мировая война Русская революция	<i>Эйнштейн.</i> Общая теория относительности Объяснение гравитации	<i>Резерфорд и Бор.</i> Модель ядра атома	<i>Мозли.</i> Спектр рентгеновских лучей	Танки, грузовики и самолеты, начало механизированной войны	
1920	Послевоенная депрессия Фашизм в Италии	<i>Бор.</i> Теория спектров <i>Де Бройль</i> } <i>Гейзенберг</i> } Новая квантовая теория <i>Шредингер</i> }	Первое расщепление атома	Радиовещание	<i>Де Фрейсинне.</i> Предварительно напряженный бетон	Развитие производства целлюлозы, пластических масс, вискозы
	Всеобщая забастовка в Англии	<i>Дирак.</i> Волновая механика	Космические лучи <i>Кокрофт, Уолтон.</i> Искусственный распад	<i>Эпплтон.</i> Радиоэхо от ионосферы	Механический транспорт заменяет его старые формы	<i>Гейтлер, Лондон.</i> Гомополярные силы <i>Гольдшмидт.</i> Геохимия
1930	Общий кризис	<i>Дирак.</i> Теория электронов	<i>Чадвик.</i> Нейтрон <i>Жолио Кюри.</i> Искусственная радиоактивность		Тракторы, комбайны и дальнейшая механизация сельского хозяйства	Структура волокон Пластичность металлов
	Рост нацизма	<i>Юкава.</i> Теория мезонов	<i>Андерсон.</i> Положительный электрон и мезон	Развитие радиолокации	Точные инструменты	<i>Тэйлор.</i> Дислокация в кристаллах Каталитический крекинг бензина из неочищенной нефти

Годы	Исторические события	Математическая физика	Ядерная физика	Электроника	Техника	Структура материи	Химия
1940	Гражданская война в Испании	Расширяющаяся вселенная	<i>Бете.</i> Ядерное происхождение солнечного тепла	Сервомеханизмы и электронные счетные машины	Развитие реактивных самолетов и ракет	<i>Борден.</i> Изучение трения <i>Орован.</i> Явления пластичности металлов	Полимеризация Искусственный каучук Найлон и множество разновидностей новых пластических масс
	Вторая мировая война	<i>Бор.</i> Капельная теория ядра	<i>Ган.</i> Ядерное расщепление	Кибернетика			
	Вторжение фашистов в Советский Союз Освобождение Холодная война Коммунистический Китай	Теория мезонных полей <i>Дирак.</i> Квантовая электродинамика Теория ядерных оболочек	Первый ядерный реактор Атомная бомба Разделение космических лучей на составные части Синхротрон	Электронный микроскоп Телевидение Радиоастрономия	АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ Инструментальный контроль производства, первые автоматические заводы Атомная электростанция	<i>Мотт, Франк, Рид.</i> Дислокационная теория пластичности и выращивание кристаллов	Использование меченых атомов в химии Изотактические полимеры
1950	Война в Корее	<i>Эйнштейн.</i> Единая теория поля	Термоядерные реакции Водородная бомба				
1955	Ослабление международной напряженности		Открытие антипротона и нейтрино	Полупроводниковые триоды			

В наше время уже нелегко представить в одной таблице весь прогресс науки в целом. Я решил разделить этот материал на две таблицы—одну по физическим и другую по биологическим наукам. Такое изложение материала может несколько затуманить взаимосвязи между этими двумя областями знания, но связи эти наглядно показываются в тексте (стр. 439 и далее, 463—466 и табл. 8). Я не пытался охватить здесь общественные науки. В связи с колоссальной активностью науки даже на протяжении столь короткого отрезка времени невозможно привести в этой таблице больше чем некоторые из выдающихся открытий и применений науки. Колонки составлены так, чтобы возможно отчетливее представить взаимосвязи между отдельными научными достижениями, однако возникают известные трудности в отношении колонки 6—«Техника», которая приводится здесь из-за ее тесной связи с электричеством. Это, однако, разрывает тесную связь между колонками 3, 5 и 7, в которых рассматриваются новые достижения в познании структуры атома. Однако положение колонки 7 продиктовано тесной связью между рассматриваемой в ней структурой материи и развитием химической промышленности с ее упором на синтез и пластические массы.

ностью оценить технические тонкости тех трудностей, перед которыми стоял физик.

То, что он так часто попадал в точку, показывает, что подлинные проблемы крылись столько же в самом обществе, сколько и в физике. В самом деле, как мы видели, механическая и атомистическая картина Галилея—Ньютона хорошо согласовывалась со всем индивидуалистическим, конкурентным экономическим устройством капитализма. Она начала рушиться под тяжестью своих собственных экспериментов и наблюдений, указывавших на неприемлемую для нее взаимосвязь между различными аспектами физического мира. В то же время самый успех капиталистического производства, рост крупных предприятий, сосредоточение усилий на империалистической политике и войне—все это усиливало неустойчивость капиталистической системы.

В обществе, как и в физике, решение этих трудностей пришло из тех частей самой системы, которые были отстранены, и ими пренебрегали: в области политики—от промышленных рабочих, в физике—из накопления долго отвергавшихся квантовых явлений—электрических разрядов, фотоэлектричества,—которые не удалось приспособить к существовавшей системе. В обоих случаях новые элементы не могли быть успешно включены в нее, не изменив при этом коренным образом самой системы. Эти аналогии, хотя достаточно многозначительные, чтобы показать наличие известной связи между ними, не должны рассматриваться слишком буквально. Содержание нового знания физического мира остается попрежнему независимым от формы тех идей, с помощью которых оно было открыто. Выражение этого знания может быть глубоко окрашено этими идеями; они могут образовать и действительно образуют препятствия для дальнейших открытий, однако они не наносят ущерба ни экспериментальным, ни теоретическим достижениям физической науки.

Условия нового синтеза

Никто из тех, кто знает, в чем заключаются сейчас трудности, не верит в возможность разрешения кризиса физики с помощью какого-нибудь трюка или небольшого видоизменения существующих теорий. Необходимо что-то радикальное, чему придется выйти далеко за пределы самой физики. Выковывается новое мировоззрение, однако потребуются накопление значительного опыта и доказательств, прежде чем оно сможет окончательно сформироваться. Оно должно быть связным, должно включать в себя и осветить новые знания об элементарных частицах и их сложных полях, оно должно разрешить парадоксы волны и частицы, оно должно сделать одинаково понятным как мир, заключенный внутри атома, так и обширные пространства вселенной. Оно должно иметь отличный от всех предыдущих мировоззрений объем и включать в себя объяснение развития и происхождения новых вещей.

В этом отношении оно естественно совпадает со сходящимися тенденциями биологических и общественных наук, в которых настоящая структура сливается с их эволюционной историей. Оно будет также согласовываться с позицией более объединенного, то есть социалистического, общества. По всем этим причинам новая схема физической науки даже тогда, когда она будет разработана, уже не сможет больше мыслиться как окончательная точка зрения. После того как она отслужит свой срок, она окажется запутанной в новых противоречиях и уступит место другой, лучшей. Нашей задачей, однако, является не проследживание таких отдаленных перспектив, а более успешное преодоление тех трудностей, которые стоят перед нами сегодня.

На этом мы должны покинуть область физических наук, чтобы перейти к рассмотрению других крупных разделов—разделов биологических и общественных наук. Пертурбации и дискуссии, раздиравшие науку, не ограничились одной только физикой. Правда, в физике они все еще сохраняли более академический характер, чем в науках, ближе соприкасающихся с индиви-

дуальной и общественной жизнью людей. Тем не менее остается фактом, что революция XX века в физике, какой бы незаконченной она ни была, уже оказала глубокое влияние на наши знания о живой материи. Биология никогда не сможет быть отраслью физики, однако новые физические концепции атомов и квантов дают неоценимый ключ для открытия путей к изучению организмов. Как мы увидим ниже, они явились серьезным, хотя отнюдь не единственным фактором, содействовавшим преобразованию биологии, которое по своим масштабам было вряд ли менее значительным, чем преобразование самой физики*.

*Разделы, касающиеся физических наук, просмотрены кандидатом физико-математических наук *Мякишевым Г. Я.*

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ В XX ВЕКЕ

ВВЕДЕНИЕ

Дать соответствующий действительности, но краткий обзор влияния биологических наук на общество в XX веке—задача значительно более трудная, чем та, с которой мы встретились при рассмотрении физических наук. И тем не менее рассмотреть эти науки—существенно важно, ибо именно в XX веке биология впервые начинает занимать подобающее ей место как действующая и практически пригодная наука; и из того, что сделано в этом направлении, ясно, что уже недалеки и значительно более серьезные достижения, как абсолютные, так и по отношению к остальным наукам. Опустить биологию—значило бы дать однобокое представление о науке. Однако для того, чтобы отдать ей должное, необходим человек, подготовленный и имеющий опыт работы во многих областях биологии, на что я не претендую. Хотя ничто не может заменить непосредственного контакта с темой, имеется, однако, достаточно основных направлений в биологии, известных не только специалистам, чтобы не специалист мог, хотя бы в общих чертах, нарисовать картину состояния биологических наук. Биология имеет в настоящее время такое множество точек соприкосновения с физическими науками, что любой физик вряд ли мог обойтись без того или иного практического контакта с биологическими дисциплинами.

Я больше других физиков имел дело с биологией, так как при работе над анализом структуры кристаллов мне приходилось практически соприкасаться с биологическими проблемами, а по таким вопросам, как (среди прочих) о витаминах и гормонах, белках и вирусах, мне удалось внести некоторые дополнения в биологические знания. Кроме того, с тех пор как я познакомился с блестящей группой биохимиков, объединившихся в Кембридже более двадцати лет тому назад вокруг Гоулэнда Гопкинса, я с удовольствием находился в обществе биологов, присутствовал на их диспутах и время от времени вносил свой вклад в общую путаницу мнений^{6,78-81}. Поэтому этот раздел книги может рассматриваться как рассказ о том, как биология, с ее общественными и экономическими влияниями, представляется ныне ученому, работающему вне сферы ее деятельности, но тесно соприкасающемуся со многими из ее дисциплин.

Рост биологии в XX веке был, по меньшей мере, столь же значительным, как и рост физики, несмотря даже на то, что в ее истории не было таких драматических перемен. Успехи биологии не были столь концентрированными, однако они имели место на более широком фронте, в то время как преобразования в биологических идеях были почти столь же кардинальными, как и в физике, а изменение в практике—даже еще большим. Конечно, биология занимает значительно более важное место в нашей жизни и мышлении вообще, чем это имело место в начале нашего века.

В то время казалось, что чрезвычайно сложный и изменчивый характер живых организмов не допускает их изучения теми же методами, какие имели такой успех в физических науках. Характер биологического познания казался более примитивным и качественным, как будто похожим на то, чем была химия 200 лет назад. Однако за прошедший период времени это кажущееся отставание значительно сократилось. Сейчас явления жизни все больше начинают считаться проблемами, к которым возможен такой же научный подход, как и к проблемам физики и химии.

К тому же становится очевидным, что степень сложности даже простейших форм жизни представляет собой нечто совершенно отличное от того, с чем мы имели дело в физике или химии. То, чем мы до сих пор восхищались во внешних аспектах жизни, в форме и движении высших организмов или в симметрии и красоте растений и цветов, сейчас, в свете расширившегося нашего познания, кажется нам относительно поверхностным выражением значительно большей внутренней сложности. Эта внутренняя сложность сама по себе представляет собой следствие длительного эволюционного развития, которое прошли живущие ныне организмы, прежде чем они достигли современного состояния.

Проблемы биологии—это не просто проблемы химии и физики сложных систем; это даже не проблемы химии и физики с добавлением чего-то отличного от них. Биологические проблемы продолжают сохранять свой собственный характер и должны разрешаться экспериментальной и наблюдательной наукой, учитывающей как качественный, так и количественный ее аспекты. Самые успехи физики и химии обусловили то обстоятельство, что в биологии сейчас сосредоточены узловые проблемы всего естествознания, открыто претендующего на познание окружающего мира, что потребует значительно более широких и в то же время лучше координированных усилий, чем те, с какими наука имела дело в прошлом.

Биология как сознательное управление окружающей нас живой средой

Положение биологии в XX веке в известной степени аналогично положению химии в XIX веке. Там, как мы видели (стр. 349 и далее), химия под влиянием растущих требований со стороны промышленности, в частности текстильной промышленности, из сборника традиционных рецептов, скорее приукрашенных, чем обоснованных чрезвычайно мистической теорией флогистона, превратилась в практическую количественную дисциплину, опирающуюся на связную математическую атомистическую теорию. Использование окружающей нас живой среды и управление ею, всегда являвшиеся существенной задачей человека, были в прежние времена делом сложившихся по традиции практических приемов, каждый из которых имел свою собственную терминологию и правила, являвшиеся по самой сути своей качественными или просто основанными на опыте. И только теперь биология начинает становиться научной и количественной как в теории, так и на практике.

Биология была вынуждена стать такой, поскольку в XX веке, главным образом в результате распространения империализма, выросли новые отрасли промышленности, связанные с сельским хозяйством и с производством продовольствия и лекарств и потребовавшие для своей плодотворной работы управления воспроизводимыми биологическими процессами и продуктами. В то же время и старые, традиционные отрасли промышленности, такие, как пивоварение и хлебопечение, все больше приобретают научное биологическое обоснование. Наконец, возросшая забота, обусловленная причинами экономического и военного порядка—о здоровье и трудоспособности рабочих, крестьян и солдат,—дала мощный толчок к изучению медицины. В результате всего этого биология начинает приобретать прочную экономическую основу. В нее вкладывается больше денег, и большее число людей может позволить себе работать над ее проблематикой. И эти же мотивы несут с собой требование более высокого уровня работы. Строгое управление, обусловленное требованием, чтобы наука была действенной и окупала себя, управление, сделавшее физику и химию тем, чем они являются сегодня,—все в большей степени применяется сейчас и в биологии. Каждое достижение закрепляется и утверждается внедрением его в практику—в устройстве какого-нибудь нового сельскохозяйственного орудия или получении нового лекарства—и может затем явиться основой дальнейших успехов.

Действительно, эти новые успехи биологии пришли весьма кстати, ибо если человек не сумел бы добиться более совершенного биологического управ-

вления окружающей его средой, то опасности, порождаемые прогрессирующим истощением почвы, в сочетании с ростом населения так же наверняка вернут старый призрак голода, как пренебрежение элементарной биологией в XIX веке привело бы к возврату призрака чумы. Сельское хозяйство, представляющее собой основное традиционное занятие людей, быстро превращается, вначале в более богатых странах Европы и Америки, в промышленность, приобретающую все более научный характер; в то же время медицина, некогда находившаяся исключительно в руках врачей, переходит к попыткам установления научного управления условиями жизни человека, так что в будущем она будет заниматься не болезнями, а здоровьем человека.

Связи биологии с экономическим развитием

Человеческие потребности, обусловившие прогресс биологии и влияние этого прогресса на здоровье человека, на снабжение его продовольствием и на численность населения, охватывают во взаимодействии наиболее важные экономические, социальные и политические факторы. Мы теперь знаем достаточно для того, чтобы понимать, насколько мир нуждается в организации, способной обеспечить непрерывное улучшение биологической среды для всех живущих в нем людей. Тем не менее пока в этом направлении идет только треть мира—социалистические страны. Другие две трети все еще живут под властью закона получения прибылей. Правда, следствием этого положения является относительно высокий уровень жизни для наиболее привилегированных профессий промышленных рабочих и роскошь, о которой другие и мечтать не смеют, для небольшой кучки правителей и их присных. Однако для всех остальных людей, особенно для миллиарда человек, живущих в колониальных и «свободных» странах тропиков, следствием действия закона получения прибылей является усиливающаяся деградация. Земли забрасываются, люди чуть ли не умирают с голода и страдают от болезней, потому что улучшение условий их жизни не окупило бы себя. В самом деле, именно благодаря их нищете может так дешево добываться сырье, служащее источником богатства привилегированных индустриальных держав.

Биологическая наука призывалась на помощь только тогда, когда эти условия настолько ухудшались, что ставили под угрозу самые прибыли, как это было с силикозом в шахтах Ранда или с малярией на каучуковых плантациях в Малайе. В большинстве случаев эксплуататорская система земельной аренды и налогообложения, уже не облегчаемая периодически происходившими прежде восстаниями, недостаток капиталов и прямое ограбление лучших земель европейскими плантаторами поддерживали лишь крайне низкий уровень жизни туземного населения в большей части тропических и субтропических районов^{6, 88; 6. 89a}.

Результатом самого минимального применения научного знания для борьбы с болезнями в таких странах, без изменения системы эксплуатации, явилось то, что допущение роста населения еще больше снизило уровень жизни и вызвало истощение естественных ресурсов. Столь же насущно необходимое применение науки для улучшения производства продовольствия и сохранения почвы было до смешного малым по отношению к подлинным потребностям людей^{6, 89a}. Спрос на биологическую науку был поэтому значительно меньшим, чем мог быть, а то, что ей удавалось открыть, применялось только весьма ограниченно. Тем не менее эти требования вызвали к жизни быстро растущую сумму знаний и преобразовали потенциальную способность человека управлять своей биологической средой.

Именно эта вновь появившаяся заинтересованность в увеличении производства продовольствия и добычи сырья для обеспечения более высокой продуктивности промышленности и улучшения здоровья рабочей силы, от которой зависит успех дела, определяет новый характер биологии XX века. Такая тенденция в основном возникла еще до начала этого столетия, вместе с перво-

начальным расцветом империализма в восьмидесятых годах прошлого века. Не случайно Мансон (1844—1922), отец тропической медицины, пользовался покровительством Джозефа Чемберлена; не случайно первые широкие мероприятия по борьбе с желтой лихорадкой были проведены во время испано-американской войны 1897 года, а их успех сделал возможным строительство Панамского канала.

Правда, в ходе развития биологии в начале века не наблюдалось такого качественного скачка, какой ознаменовал возникновение новой физики. Тем не менее имеет смысл говорить о биологии XX века, ибо только в начале его новая биология одержала свои первые крупные победы—были достигнуты определенные успехи в области медицины, впервые сделавшие тропики относительно безопасными для человека, и проведены эксперименты по выращиванию растений, приведшие к внедрению таких сортов, как пшеница «Маркиз», позволившая значительно расширить посевные площади Канады.

Вклад в биологию со стороны физических наук

Действие этих экономических факторов, усиливших повсеместную потребность в биологии, обусловило возможность дальнейших ее успехов, и примерно к этому же времени относится новый вклад в развитие этой науки, сделанный сначала со стороны химии, а затем и физики. Новое понимание поведения мельчайших частиц материи—атомов и молекул—и новые методы их изучения должны были оказать неопределимую услугу развитию биологии в XX веке. Это не означает, как склонны думать некоторые, что биология становится отраслью физики и химии.

Наоборот, использование данных физики или химии для объяснения механических, электрических или химических свойств живых организмов лишний раз подчеркнуло их биологические свойства. Эти явления, как бы хорошо они ни описывались физически, происходят не в механизмах, созданных каким-то божественным мастером по раз и навсегда установленным идеальным образцам, а в саморегулирующихся и в самовоспитывающихся сущностях, данная форма которых является результатом эволюции, происходившей в течение многих миллионов лет.

Экспериментальная биология

Проникновение в биологию химии и физики не ограничивалось созданием двух новых наук—*биохимии* и *биофизики*. Оно оказало глубокое влияние и на все другие аспекты биологии, что, в частности, выразилось в придании эксперименту нового характера и значения. Экспериментальный метод не есть что-то новое в биологии. Как мы уже видели, он сопровождал биологию, особенно физиологию, со времен Галена, если не раньше. Даже количественный эксперимент, как показали Борелли и Санторио (стр. 261), издавна применяли в биологии.

И тем не менее можно с известным основанием утверждать, что начиная с последних десятилетий XIX века экспериментальный метод, который вначале применялся только от случая к случаю и ограничивался небольшим числом дисциплин, начал превращаться в нечто новое—он приобретал систематический и решающий характер.

Это было тем более очевидно, что под влиянием дарвинизма главной целью биологов стало установление эволюционного происхождения каждой части каждого организма скорее с помощью сличения результатов многочисленных кропотливых наблюдений и анатомирования, чем экспериментального определения того, как они живут, и, в частности, каким образом они приобрели свой настоящий вид (стр. 360). Многие биологи утверждали, что органическая природа была слишком случайной и ненадежной для того, чтобы ее можно было подвергнуть сознательным количественным изменениям в управляемых

экспериментах. И тем не менее в XX веке была сделана попытка проведения именно таких экспериментов, и они начали давать свои результаты.

Создание целиком экспериментальной биологии было бы невозможным, если бы не три важных фактора, которые могли сказаться только в XX веке. Во-первых, невозможно было бы проводить какие-либо биологические эксперименты независимо от степени их сложности или ожидать от них каких-нибудь серьезных результатов, не будь они основаны на данных огромного количества накопленных наблюдений и работы систематиков в области зоологии и ботаники, проведенной в основном в XIX веке. Было существенно важно, чтобы многочисленные биологи-экспериментаторы могли благодаря стараниям систематиков точно и недвусмысленно определять различные виды, иметь твердую уверенность в том, что изучают один и тот же вид животного или растения. В равной степени важным было и то, чтобы анатомия или морфология отдельных органов животных, которые предстояло изучить, были описаны достаточно правильно и надежно, чтобы исключить возможность обследования каких-нибудь ненормальностей.

Вторым фактором явилось развитие техники химических и физических экспериментов, без чего не было бы ни инструментов, ни реагентов для проведения биологических опытов. Успехи биохимии в XX веке в значительной мере зависели от прогресса практики и теории органической химии в XIX веке.

Третьим фактором было наличие, впервые в истории, достаточно развитых медицины, сельского хозяйства и биологической промышленности, чтобы вызвать потребность экспериментирования в области биологии и иметь возможность использовать его результаты. Эти коренные факторы обусловили все многообразие биологических экспериментов, начиная со статистического контроля за урожайностью и кончая видоизменением поведения паразитов бактерий. Во всем этом мы начинаем видеть возможность установления господства над живой природой, столь же позитивного и количественного, какой был уже установлен в области неживой материи.

Новые приборы в биологии

Прогресс биологии всегда, а сейчас еще больше прежнего, зависит от совершенства приборов для наблюдения и управления. До самого последнего времени такие приборы разрабатывались не специально для биологии, а представляли собой, так сказать, дары извне, как это было с микроскопом в XVII веке. Самая недавняя и наиболее действенная помощь биологическим исследованиям пришла также из области физики. Это—электронный усилитель для измерения ничтожных напряжений и потенциалов в живых организмах; электронный микроскоп (стр. 424), перекинувший мост через пропасть между световым микроскопом и измерителями межатомных промежутков с помощью рентгеновских лучей, а также использование изотопов и меченых атомов (стр. 416), обещающее новую интерпретацию действительного процесса превращения химических веществ в живых организмах. Наконец, чисто математические методы, особенно методы статистики, оказались неоценимыми для получения достоверных выводов из характерных для биологии изменчивых результатов.

Сейчас, однако, благодаря успехам самой биологии и более ясному пониманию взаимоотношений между науками биология начинает вносить и свой вклад в обеспечение инструментами других наук. Это объясняется отчасти потребностью в создании для своих нужд таких инструментов и методов, которые могли бы быть созданы—хотя этого и не случилось—непосредственно для физики или химии. Одним из наиболее интересных методов явилась хроматография на бумаге—чрезвычайно простой прием, едва ли нуждающийся в более сложной аппаратуре, чем некоторое количество промокательной бумаги и кое-какие растворы, прием, впервые применяемый для разделения сложных частиц, полученных от расщепления протеинов и считающийся сейчас самым дешевым

и одновременно одним из самых эффективных общих методов химического анализа. Этот метод, за который Р. Л. М. Сингх и А. Дж. Мартин получили в 1952 году Нобелевскую премию, сам по себе был видоизменением метода абсорбционной колонковой хроматографии, впервые разработанного в 1906 году Цветом для отделения окрашенных частиц минеральных масел (хлорофилла. — *Ред.*), откуда и его название. Синдж и Мартин были вынуждены применить и коренным образом видоизменить его при попытке разделить сложные продукты обработки шерсти. Это хорошо иллюстрирует постоянное взаимодействие между промышленностью, химией и биологией.

Другие методы имеют чисто биологический характер, как, например, количественный анализ химических реагентов или физических стимуляторов по их воздействию на организмы или физиологические препараты. Это наиболее чувствительный метод. И действительно, во времена Гальвани, как мы видели, сокращение лапок лягушки было вначале единственным способом обнаружения электрического тока. К настоящему моменту биологические науки настолько продвинулись вперед в методологии наблюдений и экспериментов, что сами могут взять на себя инициативу в создании собственных методов и инструментов.

Характер биологии XX века

Тем не менее биологическая наука в XX веке развивалась довольно неуверенно, ощупью. Круг ее проблем настолько широк и многообразен, что трудно было бы ожидать здесь таких же простых и потрясающих открытий, какие были сделаны в физической науке, хотя некоторые открытия все же имели место, в частности получила объяснение деятельность энзимов, или физиология растительных гормонов. Вообще, однако, изучаемые биологией явления настолько разнообразны и сложны, а организация их изучения настолько случайна, что прогресс ее в XX веке носил характер непрерывного взаимодействия отдельных достижений в различных областях этой науки. Не было ни одного момента, когда можно было бы сказать, что здесь осуществлено какое-то общее решающее изменение, и тем не менее нельзя не отметить некоторых совершенно очевидных и серьезных успехов, в частности в области биохимии, эмбриологии, генетики, физиологии, координации нервной деятельности, в изучении поведения и экологии.

Даже в XX веке прогресс биологии попрежнему задерживался старыми препятствиями, которые физические науки встретили на своем пути и преодолели еще в XVII и XVIII веках, а именно сопротивлением всех сил невежества, объединившихся под флагом благочестия и традиции. Биология все еще усиленно занята расчисткой концепций, унаследованных от века магий. Она слишком близка нашим личным и общественным интересам, самой структуре и деятельности наших тел, чтобы быть столь же свободной от человеческих страстей и влияния общественных форм, насколько были свободны физика и химия даже в более раннее время. Мы видели, как в предшествовавшие времена эти внешне далекие человеку области представляли собой арену самой ожесточенной полемики. В наши дни в таком положении находится биология; выиграна только одна крупная битва, битва за наличие эволюционного развития, однако предстоят еще другие бои—за то, каким образом происходит эволюция и как началась жизнь на земле.

Вопросы генетики, вопросы населенности, вопросы снабжения продовольствием и сельского хозяйства все еще представляют собой — и сейчас, быть может, даже больше чем когда-либо в истории человечества, — проблемы политические, причем все они требуют различного подхода к биологическим проблемам. Поэтому было бы бесполезным ожидать, даже в середине XX века, какого-либо единодушия в биологии по отношению даже к простейшим общим принципам. Биология все еще остается хаотическим предметом. Великим упрощающим обобщениям еще предстоит свершиться.

11.1. ОТВЕТ БИОЛОГИИ НА ВЛИЯНИЕ ОБЩЕСТВА

На подступах к созданию современной биологии наметилось несколько различных направлений. Интерес к систематизированной зоологической и ботанической систематике, который из-за полемики о дарвинизме был в XIX веке преобладающим, попрежнему существует, однако уже гораздо меньше способствует развитию биологии. Значительно возросло влияние медицины, сельского хозяйства и новой биологической промышленности. Многие из открытий и в еще большей степени изменения во взглядах, превратившие биологию середины XX века в совершенно новый предмет, были порождены попытками удовлетворить потребности практики.

Медицина

Влияние медицины на основополагающие проблемы биологии было преобладающим. Только в нынешнем веке влияние науки на медицинскую практику, порожденное первыми шагами Пастера и Клода Бернара в XIX веке, начало по-настоящему сказываться. Медицина стала теперь зависеть в отношении своего снабжения от отраслей крупной химической и инструментальной промышленности, а в отношении своих пациентов она становилась все теснее связанной с органами государственной власти. Фармацевтика из коллекции чистых или взятых в соединениях сильно действующих минеральных солей превратилась в научную промышленность, имеющую притом немаловажное значение даже с чисто коммерческой точки зрения.

С великим достижением XX века—появлением антибиотиков, как синтетических вроде сульфамидных препаратов, так и естественных вроде пенициллина,—фармацевтика начала оказывать положительное влияние на весь прогресс биологической науки, направив ее на познание химических процессов, лежащих в основе жизни. Разница между ее нынешним влиянием и тем, которое, как мы видели, она оказывала в прошлом в связи с потребностью изыскивать и готовить лекарства, заключается в его росте и действенности. Мы все еще очень далеки от рациональной фармакологии, которая сделает известным не только эффективность лекарства, но также и точный биохимический способ его действия. Только в этом случае будет возможным научно управлять происходящими в организме человека процессами, возвращать и сохранять человеку здоровье. С другой стороны, мы раз и навсегда отбросили все прежние философские и магические обоснования свойств лекарств, которые в течение стольких столетий господствовали в медицине и направляли науку по ложному пути.

Питание

В начале XX века относительно заброшенный аспект медицины—диетическое питание—немедленно выдвигается на первый план и становится наукой о питании. Изучение питания должно было привести к крупному открытию—открытию спутника пищевых факторов—витаминов. Вместе с тем пришло и знание того, какое количество и какие виды пищи должны потреблять люди, чтобы сохранить здоровье и даже жизнь. Это явилось основой для обследования питания и кампаний по вопросам питания эпохи кризиса 30-х годов. Работа таких пионеров этого дела, как Мак-Гонайл, Ле Гро Кларк и Бойд Опп, привела к установлению минимальных норм, подобных нормам, установленным Лигой Наций в 1936 году^{6.161a; 6.161}. Наконец, из-за необходимости поддерживать готовность к войне и самой войны этими вопросами были вынуждены заинтересоваться даже правительства, которым пришлось принять меры к обеспечению продовольствием своих военных и промышленных людских ресурсов. А это в свою очередь имело непосредственное влияние на важнейшую и старейшую биологическую промышленность—земледелие, а также на вновь созданную пищевую промышленность.

Пищевая промышленность

Уже к концу XIX века продовольствие для новых крупных городов не шло непосредственно с ферм к столу. Снабжение людей пищей все в большей степени зависело от промышленности, занятой ее обработкой, и эта промышленность принимала с течением времени все более научный характер. Такое положение было вызвано отчасти просто погоней за прибылями, отчасти же тем обстоятельством, что скандалы, связанные с плохо приготовленными и подделанными продуктами, побудили общественную совесть ввести соответствующее законодательство и жесткий контроль в этой области. Рост пищевой промышленности привел к созданию рациональной системы сохранения и приготовления пищи. С фабрик новые методы начинают переходить и в быт. Искусственное охлаждение, введенное сначала на холодильных складах, проникло затем в кухню, истряпня, эта старейшая отрасль химии, находится сейчас по меньшей мере на пути к приобретению научного характера. Несмотря даже на то, что приготовление пищи все меньше и меньше происходит дома, то, что здесь делается, неизбежно будет становиться все более научным—хотя бы только в целях экономии времени, не вызывая при этом потери вкусовых качеств.

Борьба с паразитами

Питание представляет собой только один из новых аспектов общественного здравоохранения, побудивших прогресс биологии. Победа над разносимыми водой болезнями, одержанная благодаря введению санитарии, явилась важнейшим достижением XIX века. Победа над еще более тяжелыми по своим последствиям болезнями, разносимыми насекомыми,—над малярией, тифом, желтой лихорадкой и чумой, одержанная с помощью сочетания технических и химических методов,—не менее важное достижение XX века, явившееся непосредственным результатом тяги к более интенсивной эксплуатации колониальных стран появившимся империализмом. Эта попытка значительно ярче прежних выявила необходимость объединенного наступления на этот бич человечества. Многие отрасли биологических наук, такие, как энтомология и экология, получили при этом новый стимул для своего развития, а некоторые из них, подобно эпидемиологии и паразитологии, были, по сути дела, чуть ли не заново созданы для нужд этой борьбы.

Клиническая медицина оказала огромное влияние на биологическую науку также благодаря новому осознанию необходимости ее помощи в деле понимания и борьбы с болезнями. По сути дела, самый успех науки в борьбе с эпидемическими болезнями послужил причиной усиления внимания к хроническим заболеваниям, таким, как ревматизм и болезни сердца, а также к последствиям возрастающего числа нарушений правильной деятельности организма и несчастных случаев, вызванных механизированной цивилизацией. Так, например, кроме увеличения числа дорожных катастроф, распространение автомобильного транспорта на всем земном шаре привело также к развитию желудочных заболеваний среди шоферов-профессионалов.

Медицина и война

Чрезвычайный случай представляет собой бедствие войны, которое принесло с собой миру в этом столетии больше смертей, увечий и болезней, чем в любое другое время. Как это ни парадоксально, настоятельные нужды войны привели к большему напряжению научных усилий в области превентивной и паллиативной медицины, чем когда-либо в мирное время. Именно в ходе войны были впервые испытаны методы создания запасов крови и сыворотки. Именно для нужд войны в кратчайший срок были созданы и использованы в огромных масштабах такие новые сильнодействующие лекарства, как пенициллин, или такие средства от насекомых, как ДДТ. Большое содействие нашему знанию деятельности человеческого организма и его спо-

способности расти и регенерировать оказала военная хирургия и особенно пластическая хирургия, как непосредственно, так и с помощью проведения соответствующих исследований на животных.

Все эти приемы в совокупности создали новую биологию человека, которая возрождает старую анатомию и объединяет ее с физиологией медицинских школ. Исследовательская работа постепенно занимает все большее место в подготовке медиков и проведении опытов, вовлекая в медицину талантливых людей с научными склонностями. Мы поистине являемся свидетелями быстрого преобразования медицины из магического искусства в научную дисциплину.

Земледелие

Земледелие стало в XX веке мощным стимулом биологических исследований. Изменения, внесенные в земледелие в XIX веке, состояли в первую очередь в его механизации. Они были вызваны стремлением удешевить его ведение, особенно за счет внедрения таких способов, которые требовали меньшего количества рабочих рук, по существу, для той же работы, которую делал в свое время земледелец эпохи неолита. Изменения, внесенные в земледелие в XX веке, также связаны в основном с его механизацией—трактор представляет собой новинку XX века,—однако в то же время они становятся все более биологическими по характеру, позитивно—следуя в направлении улучшения удобрений и питательных веществ, и негативно—в непрерывной борьбе против сил природы и одушевленных существ, в наступлении на насекомых, плесени и вирусы и в предохранении почвы от эрозии и бесплодия. По сути дела, вся новая наука о почве—почвоведение,—основанная ее пионерами В. В. Докучаевым (1846—1903) и К. Д. Глинкой (1867—1927) в конце XIX века и все еще сохраняющая в таких своих терминах, как подзол и чернозем, следы своего русского происхождения, является прямым результатом попытки создать научное земледелие.

Биологическая промышленность—старая и новая

Третьим источником, определившим развитие биологии, послужили непосредственно биологические отрасли промышленности—старые и новые. Пивоварение, как мы уже видели, обусловило некоторые величайшие достижения ранней бактериологии, и в настоящее время наблюдается все более отчетливое понимание того факта, что значительная доля химической промышленности, в особенности та ее часть, которая основывается на применении естественных продуктов, часто может почти столь же экономично использовать в своей работе биологические средства, то есть деятельность бактерий, как и непосредственные химические реакции. Фактически мы являемся свидетелями возникновения нового типа промышленности, промышленности, которая осуществляет в заводских масштабах то, что обычно происходит в организме многих существующих сейчас животных, как, например, крупного рогатого скота или термитов. Скот не переваривает непосредственно сам той травы, которую он ест; она скорее служит пищей для множества бактерий, населяющих желудок данного вида животных, а сами они питаются растворимыми продуктами этих бактерий и их трупами.

В будущем может случиться, что целая отрасль промышленности, основанная на совершенном знании метаболизма бактерий и водорослей—микробиологическая промышленность,—производящая лекарства, подобные пенициллину, продовольственные и промышленные товары, будет успешно соревноваться с чисто химическими отраслями промышленности в отношении целого ряда продуктов, в особенности там, где она сможет сочетаться с эффективным использованием нынешних сельскохозяйственных отходов. Несомненно, что в конце XX века может вырасти такая же крупная промышленность, основанная на прикладной биологии, какая возникла в XIX веке на основе прикладной химии (стр. 439).

Фазы прогресса биологии в XX веке

Приведенные выше общие соображения о факторах, обуславливающих развитие науки в XX веке, должны быть дополнены, для исторической перспективы, рассмотрением влияния на биологию политических и экономических событий этого беспокойного и бурного периода. События эти были уже рассмотрены в связи с развитием науки вообще—во введении к части VI и в связи с физической наукой—в главе 10.

В биологических науках не легко проследить какие-либо строго определенные стадии прогресса, такие, например, какие наблюдаются в современной физике. Поэтому здесь не может быть речи о проведении тесных параллелей между событиями внутреннего и внешнего порядка. Тем не менее биология оказалась более восприимчивой, именно в связи с ее относительно слабой экономической базой, к крупным финансовым вкладам в ее развитие. Особенно большой прогресс имел место в области медицины и земледелия, где война стимулировала серьезные достижения. Действительно, по временам экономические интересы данного момента придавали определенный оттенок тому или иному биологическому исследованию, как это, например, наблюдалось в пищевой биохимии в 30-х годах или в антибиотиках в период второй мировой войны.

Основные водоразделы истории нашего времени благодаря горькому их опыту глубоко запечатались в памяти каждого ученого, да, по сути дела, и каждого взрослого человека. Уже двух великих войн и обрушившегося в период между ними кризиса достаточно для того, чтобы разделить минувшие 50 лет на пять периодов различной продолжительности.

В первый период, продолжавшийся вплоть до 1914 года и представлявший собой закат либерального века, расцвет биологии шел по стопам развивающегося империализма. Это был период первых крупных побед медицины над малярией и тропической лихорадкой; он озаменовал собой новый поворот в животноводстве и растениеводстве, начинавших приносить дивиденды в Австралии и Канаде.

Биология в период первой мировой войны

Первая мировая война явилась интерлюдией, которая повсеместно, за исключением Америки, отвлекла биологов от их исследовательской работы. Однако благодаря ей стало ясным, что противоэпидемические мероприятия стояли к этому времени впервые в истории на достаточно высоком уровне, чтобы предохранить от болезней огромные армии, бесконечно долго находившиеся в полевых условиях, хотя и потерпели неудачу в пресечении последовавшей естественной эпидемии инфлюэнцы среди истощенного от голода гражданского населения, эпидемии, убившей на много миллионов больше людей, чем в сражениях. Она также навела на мысль о возможности ведения биологической войны в форме применения ядовитых газов. Первое открытое применение современной науки для истребления людей вызвало такую бурную реакцию среди ученых и среди широких народных масс, что, несмотря на непрерывные официальные исследования в этой области в межвоенные годы, ни одна из воюющих сторон не осмелилась применить их во второй мировой войне. Фактически газ был еще раз применен, но только Муссолини при его цивилизаторской миссии против абиссинцев, в войне против которых, поскольку они были черными и не могли нанести ответного удара, использование любых средств ведения войны считалось законным.

Биология в период между двумя мировыми войнами

Межвоенный период озаменовался сначала последствиями бума, кризиса и нового бума, затем—глубоким кризисом тридцатых годов и наконец—подъемом нацизма и подготовкой к новой войне. Вначале стимулом к сосредоточению внимания биологии на вопросах питания и противоэпидемических исследо-

ваний послужили голод и болезни. Это дало мощный толчок к использованию ранее открытых витаминов и родственных им гормонов. Первые послевоенные годы могут быть наиболее удачно охарактеризованы как наступление века *биохимии*.

Кризис с его нищетой среди изобилия—сжигаемый в топках кофе, урожай, запахи, вносимые в почву, и миллионы безработных квалифицированных рабочих—до некоторой степени обнаружил тщетность и бесплодность усилий биологии в условиях господствующего экономического строя. Быстрое развитие медицины и сельского хозяйства в Советском Союзе, имевшее место на протяжении того же периода, как составная часть выполнения первого пятилетнего плана, начинало показывать существование действенной альтернативы.

В конце 30-х годов тени войны начали сгущаться, а бурное распространение расовых теорий фашистов одновременно с извращением ими науки напоминало биологам, и в особенности генетикам, общественное значение их работы.

Биология во время второй мировой войны

Однако все практические возможности биологии начали осознаваться только во время второй мировой войны. Необходимость предохранить сражающиеся войска от болезней, особенно на тропических театрах военных действий, и потребность свести к минимуму последствия ранений привели к всесторонним успехам в области санитарии, медицины и хирургии. ДДТ, пенициллин, палудрин являются по своей сущности продуктами военного времени. В то же время первостепенной важности проблема продовольствия стимулировала развитие земледелия и обрабатывающих отраслей промышленности.

Послевоенная биология

Некоторые из этих благоприятных последствий войны сохранились и на неустойчивый послевоенный период, другие—нет. В одном отношении использование науки для нужд войны, которое во время войны ограничивалось в основном физическими науками, само собой обратилось к биологическим наукам, когда наступило мирное время. Изучение радиоактивных отравляющих веществ, порожденных производством атомной бомбы, опыты и испытания бактериологического оружия—все это, повидимому, открывает новую эпоху биологической войны.

Даже испытания водородной бомбы показали ее эффективность в распространении отравляющих веществ, и это было трагически продемонстрировано на японских рыбаках и жителях тихоокеанских островов. Только общественное мнение, просвещенное сознающими свою ответственность перед обществом биологами, сможет помешать практическому применению этого оружия, ставящего под угрозу не только существование всего человечества, но и самое существование жизни на этой планете.

Положительной стороной тех же порожденных войной сил явилось проникновение в биологию новых физических приемов—метода радиоактивных индикаторов, ультразвука, электронных микроскопов и электроэнцефалографов для регистрации непосредственных реакций человеческого мозга. Второй послевоенный период знаменует наступление века *биофизики*. Это не означает, что тем самым была вытеснена биохимия—ее величайшие победы пока еще дело будущего.

Послевоенный период явился свидетелем увеличения количества антибиотических средств одновременно с первыми шагами на пути рационального подхода к терапии гормонами и общей фармакологии.

В то же время в области агробиологии период этот ознаменовался осознанием настоятельной необходимости положить конец хищнической эксплуатации природных ресурсов и создать новые источники производства продовольствия, что привело к объединению технических и биологических усилий для выработки плана преобразования природы. Сейчас эта работа проводится уже

не урывками, а приобретает широкие географические масштабы, что в наиболее совершенном виде выразилось в планах борьбы с засухой в бассейнах Каспийского и Черного морей. Эти мероприятия представляют собой попытку полного синтеза геологических, физических и биологических усилий, где новая экология заменяет не столько первоначальную, естественную экологию, сколько экологию разорительную, навязанную человеку требованиями экономики, основанной на хищнической эксплуатации природных богатств с целью извлечения прибыли.

Растущие области биологии

Данный краткий обзор достижений биологии XX века может послужить вступлением к более детальному изучению развития различных биологических дисциплин. На данном этапе изложения было сказано достаточно для того, чтобы дать представление о том, каким образом мощные экономические и социальные силы содействовали быстрому прогрессу биологии в наше время, и об обратном воздействии этого прогресса на ход экономического развития. Однако прогресс биологии был обусловлен не только тем толчком, который общественные силы дали различным ее отраслям. Другим фактором этого прогресса явилось влияние этих экономических и политических сил на внутреннюю деятельность биологической мысли, на формирование идей и на положительное или отрицательное отношение биологов к различным типам объяснения явлений, а следовательно, и на типы производимых ими наблюдений и опытов.

Эти влияния будут раскрыты только тогда, когда мы перейдем к рассмотрению, попрежнему широкому, но более подробному, некоторых главных отраслей биологии, где за последние пятьдесят лет наблюдались самые большие и наиболее плодотворные успехи. Для этого я выбрал следующие области: 11.2—11.4—*биохимия*, обширная и быстро растущая область, которую я подразделил на 11.3—*микробиологию* и 11.4—медицинскую биохимию, включающую *хемотерапию*; раздел 11.5 охватывает *цитологию* и *эмбриологию*, предметом изучения которых является рост и развитие организмов; раздел 11.6 рассматривает организм как целое и в частности его гормональную и нервную *регуляцию*; раздел 11.7 охватывает *наследственность* и *эволюцию*; раздел 11.8 посвящен взаимоотношениям организмов, чем занимается экология, а также практической науке прикладной экологии, или агрономии. Наконец, в разделе 11.9 делается попытка сформулировать некоторые перспективы в отношении будущего биологии. Я хорошо знаю, что существует еще много тем, которые я мог бы сюда включить, как, например, физиологию растений и поведение животных, не говоря уже о прогрессе в классических областях зоологии и ботаники; однако здесь мои познания более ограничены и получены мною из вторых рук, и в силу необходимости я никогда не пытался дать в этой книге всеобъемлющего обзора.

При рассмотрении каждой из тем, которые фактически содержат еще ужасающий лабиринт подтем, невозможно придерживаться даже той степени исторической последовательности, которую удалось выдержать при рассмотрении физических наук. Еще труднее проследить совпадение отдельных тем по времени. Будучи, однако, представлены на общем историческом фоне, уже показанном здесь и во введении к части VI, многие из отдельных достижений смогут помочь показу их тесной или отдаленной связи с политическими или экономическими событиями.

Перечисленные выше восемь направлений прогресса в биологии не являются изолированными; напротив, они непрерывно переплетаются и сливаются друг с другом и к тому же включают в себя все большую долю физических наук. Среди этих восьми тем первые пять более тесно связаны с медициной, последние три—с земледелием. Во всех этих областях в XX веке наблюдаются огромные успехи, фактически многие из них являются, по сути дела, науками XX века.

11.2. БИОХИМИЯ

Наука биохимия представляет собой нечто значительно более широкое, чем приложение химии к биологическим проблемам. Это скорее попытка выявить и в конечном счете воспроизвести те значительно более тонкие и регулируемые химические процессы, которые происходят в живых организмах. Биохимия выросла из изучения процесса брожения, и датой утверждения ее как самостоятельной отрасли науки можно, несколько произвольно, считать открытие, сделанное Э. Бухнером (1860—1917) в 1897 году почти случайно, когда он обнаружил, что размятые дрожжи могли вызывать брожение в сахаре, несмотря на отсутствие живых клеток. Этот факт показал, что причиной брожения является мертвое химическое вещество, то, что было названо энзимом (*en Zyme*) в дрожжах, и что большинство других химических реакций, происходящих в живой материи, вызывается подобными же веществами.

Однако потребовалось чуть ли не сорок лет для того, чтобы люди начали хотя бы только понимать природу энзимов и механизм их действия. В великой полемике XIX века—в полемике между Пастером и фон Либихом о природе брожения—оба ученых и были правы, и ошибались (стр. 363). Либих в конце концов имел основания утверждать, что брожение вызывается химическим веществом. С другой стороны, эти вещества не представляли собой лабораторных химикалий, а могли быть произведены только живыми организмами, и в этом был прав Пастер, утверждавший, что жизнь играет в брожении существенно важную роль. Правда, неживые дрожжи, подобно диастазу солода, были известны человеку и использовались им уже на заре истории. Значение открытия Бухнера состояло в том, что оно доказывало давно подозревавшийся факт, что реакции внутри клетки, часто приписывавшиеся действию таинственных жизненных сил, вызываются внутриклеточными ферментами, или энзимами.

Биохимию от более классической органической химии, которая сама происходит из изучения продуктов жизни, в корне отличает то, что она имеет дело с химическими процессами, происходящими внутри и вокруг клеток живых организмов с помощью энзимов. Так, например, имеются две важные операции, выполняемые почти всеми животными организмами,—брожение и окисление, а также еще одна, от которой, по современным представлениям, зависят все остальные, а именно—фотосинтез зеленых растений. Все они просты по своим компонентам, однако осуществляются чрезвычайно сложным путем, проходя через целый ряд этапов, каждый из которых управляется особым энзимом.

Совершенно невозможно в узких рамках этого раздела пытаться распутать и представить историю биохимии так, как она должна быть представлена в соответствии с ее исторической последовательностью, показав одновременно ее взаимодействие с медициной, земледелием и промышленностью. Исходные материалы так разнообразны, что включают в себя фактически несколько тысяч различных химических веществ, отобранных не совсем произвольно из числа многих миллиардов подобных веществ, которые могут быть найдены в живых организмах! Еще более разнообразны и многочисленны происходящие между ними реакции^{6, 73; 6. 93}. Ключи к этому лабиринту фактически обеспечены человеческим, социальным и экономическим отбором определенных проблем при попытках объяснить и научиться управлять полезными или вредоносными естественными процессами. Необходимость способствовать брожению или росту или остановить их, познать действие лекарств, сделать анализ подлинных качеств тех или иных продуктов питания—все это сыграло свою роль в развитии биохимии и благодаря успехам, одержанным на каждой стадии (открытие витаминов, гормонов, антибиотиков), шаг за шагом поднимало престиж и усиливало активность биохимии. В стороне от линии главного направления интересов медицины и промышленности не раз открывались захватывающие и вознагра-

ждавшие за все труды неожиданные новые пути, и даже чистое любопытство тоже сыграло здесь свою роль. Великий Гопкинс начал свои исследования в области биохимии с анализа пигмента в крыльях бабочки, что привело его к открытию важной группы птеринов, связанных с пантотеновой кислотой, одним из компонент витамина В.

Если бы даже и удалось сжато изложить историю биохимии так, чтобы она заняла лишь очень небольшое место, ее все же нельзя было бы подать неподготовленному читателю без объяснений, более пространных, чем сама история. Перед лицом этих трудностей и рискуя вызвать раздражение моих друзей-биохимиков, лучшее, что я могу сделать,—это отказаться от исторического подхода и разобрать очень ограниченное число аспектов биохимии, особенно хорошо иллюстрирующих взаимодействие между научным исследованием и общественными силами. Далее, для того чтобы вообще сделать мое изложение удобоваримым, я буду рассматривать успехи биохимии в свете моего данного уровня знания этой науки, каким бы устаревшим оно неизбежно ни было; в результате успехи эти по необходимости предстанут перед читателем на фоне научного знания, совершенно отличного от того, которое фактически существовало в то время, когда они были одержаны. Принятая мною последовательность изложения является скорее логической, чем исторической, но даже и в таком случае трудно представить каждую часть его так, чтобы она находилась в зависимости только от того, что ей предшествовало, а не от того также, что за ней последует. Поэтому тем, кто достаточно сильно заинтересуется этим изложением, придется, я уверен, прочесть его еще раз.

Я начинаю с краткого описания промежуточных молекулярных строительных блоков, из которых, повидимому, создана большая часть живой материи. Это необходимо как вступление к рассмотрению действия ферментов и коферментов, а также процессов брожения, окисления и фотосинтеза. Затем я перехожу к истории витаминов, меченых атомов и гормонов как дальнейших примеров биохимического действия малых количеств специальных веществ. Отсюда я думаю вернуться к рассмотрению наиболее сложных и характерных биологических материалов, белков и сказать несколько слов об их производстве, о пищеварении, а также о той роли, какую они играют в организме.

Это ведет к общему описанию метаболизма и рассмотрению всей биохимии малых организмов, таких, как бактерии и дрожжи. Описание и анализ материалов и процессов, происходящих в организме, представляет собой только первый шаг. Необходимо также объяснить, как они возникли, а рассмотрение этого ведет к постановке вопросов о происхождении и первых этапах развития жизни. Наконец, я скажу также несколько слов и о взаимоотношениях между биохимией и развитием медицины.

Основные молекулы живых организмов

Работа последних лет дала многочисленные подтверждения тому, что скорее именно деятельность непрерывных циклов химических процессов, а не существование какой-либо материальной субстанции придает жизни ее специфический характер. Однако прежде чем окажется возможным рассмотреть эти процессы, необходимо сказать несколько слов о формах молекул, составляющих промежуточное звено между простыми неорганическими молекулами газов, подобно аммиаку или углекислоте, и чрезвычайно сложными белками и нуклеиновыми кислотами, существенно необходимыми для ныне живущих организмов. Логически, а, вероятно, также и исторически молекулы меньших размеров, состоящие примерно из десятка атомов, предшествуют более крупным молекулам, содержащим от тысячи до нескольких миллионов атомов.

Было, по сути дела, показано, что все они могут быть разложены на относительно небольшое число типов, которые, в свою очередь, распадаются в основном на четыре крупные группы, а именно: 1) двадцать с лишним типов аминокислот, из которых состоят белки; 2) несколько азотсодержащих циклических

соединений с двойными связями, в том числе *пурины* и *пиримидины* нуклеиновой кислоты, *пирролы* и *порфирины* клеточных пигментов и множество физиологически активных *алкалоидов*; 3) *растительные кислоты* и *углеводы*, главным образом *сахара* и их производные; 4) *жиры* и родственные им *стероли*. Из этих основных молекул сложены, повидимому, все живые организмы на земле, биохимия которых изучена. И хотя изучены пока еще немногие, приведенные выше должны, очевидно, представлять собой характерные для них всех образцы.

Из этих последних аминокислоты или по крайней мере наиболее простые из них являются, повидимому, наиболее примитивными и были действительно получены Миллером^{6,106} из аммиака и углекислоты, подвергнутых воздействию света. Азотсодержащие кольцевые соединения, повидимому, возникают из первой путем образования кольца и дегидрогенизации. Сахара и углеводы получаются, как сейчас представляется, посредством фотосинтеза из углекислоты и воды, однако это сложный процесс и первоначально они произошли, очевидно, из первой группы путем устранения из нее азота. Жиры и стероли являются, повидимому, наиболее далекими от первоначальных материалов, из которых они могли произойти,—кольцевых соединений или сахаров, но пока происхождение их все еще остается неясным.

Об общем источнике всей существующей сейчас жизни на земле говорит не только присутствие относительно ограниченного числа групп основных молекул, но также и наличие общих путей синтеза и распада во всех живых организмах, причем в первом более отчетливо выступают растения, в последнем—животные. Тот факт, что, если оставить в стороне яды, каждое животное может получить какую-то пищу из каждого растения и что в конечном счете все животные питаются растениями, показывает, что с биохимической точки зрения жизнь представляет собой единство.

Способ действия энзимов

Такое единство поддерживается действием связанных между собой цепей реакций, катализаторами которых ныне являются энзимы, хотя существующие сейчас энзимы не могли быть первыми выполнявшими эту роль молекулами. Действия энзимов, с помощью которых маленькая частица даже неочищенного препарата, вроде сычужка или солода, может преобразить колоссально большое количество так называемого субстрата, вроде молока или крахмала, могли быть познаны только тогда, когда появилась возможность получения энзимов в достаточно чистом состоянии. Добиться этого удалось только в середине 20-х годов, и даже сейчас всего несколько десятков энзимов удалось получить в кристаллическом виде, хотя нам известны довольно чистые препараты сотен других.

Только когда энзимы были очищены, можно было по достоинству оценить их колоссальную действенность^{6,93а}. Одна молекула такого энзима, как пероксидаза, может активизировать миллион молекул перекиси водорода в одну секунду. Основное значение очищения состояло в том, что оно показало, что зимаза дрожжей не одним махом превращает сахар в спирт и углекислый газ, а процесс брожения осуществляется примерно двадцатью отдельными энзимами, каждый из которых выполняет одну мелкую химическую операцию, устраняя тот или иной атом из молекулы вещества или изменяя химическую связь. В действительности оказалось, что биологические превращения химических веществ в клетке очень похожи на те, которые совершаются на современном химическом заводе, где каждый реактивный сосуд выполняет только одну операцию и передает видоизмененный материал следующему для дальнейшей переработки. Далее, как оказалось, каждая отдельная операция вызывает очень небольшое изменение энергии, что обеспечивает прохождение реакции при сравнительно низкой температуре, без выделения достаточно большого количества теплоты, способного заметно ее повысить. Система энзимного превращения подобна паре ступенек, которые помогают вступающему в реакцию

веществу перешагнуть через высокий энергетический барьер, не нуждаясь в энергии или высокой температуре, необходимой для того, чтобы перескочить через него одним махом.

Стоило только найти способ очищения энзимов, как стало очевидным, что большинство из них представляет собой или содержит протеины. Было давно известно, что протеины, или белковые вещества, подобные яичному белку или постному мясу, встречаются во всех живых клетках и в затвердевшем виде— в таких наружных покровах, как шелк, шерсть или рог. Энгельс уже в 1877 году говорил о жизни как о «способе существования белковых тел»^{2.16}. Здесь, в очищенных энзимах, впервые начинает проявляться, по крайней мере, одна причина их важного значения, а именно—их способность вызывать биохимические изменения. Позднее нам придется сказать еще кое-что о структуре белков. Пока же будет достаточно отметить, что большинство белковых энзимов состоит из крупных растворимых молекул, содержащих тысячи или больше атомов, молекулы которых относятся как к кислотным, так и щелочным группам.

Биохимические методы исследования

Биохимические методы, как методы, отличные от методов физической или органической химии, выросли главным образом именно в связи с изучением действия энзимов. Искусство биохимика состоит в выделении из куска растертой ткани живой материи, вроде печени или зародыша семени, содержащихся в ней различных энзимов. Кроме всех технических приемов химии, старых и новых, биохимик оперирует также приемами, которым он научился или которые он заимствовал от самих энзимов. Часто оказывается возможным путем использования известных лекарств отравить или нейтрализовать какой-либо определенный энзим и, остановив таким образом цепь в соответствующей точке, найти промежуточный продукт. Самая активность энзима, измеряемая той скоростью, с какой он преобразует вещество, может помочь проследить его. Более активный препарат должен содержать больше энзимов. Если оказывается, что дальнейшее фракционирование уже, повидимому, не повышает активности, то это означает, что он уже почти чист.

Колдовской котел

Метод концентрирования, проводимый под наблюдением за специфичной активностью, является одним из наиболее мощных средств, перенятых биохимиками из классической химии (супруги Кюри использовали его для изоляции радия), которая в свою очередь заимствовала его из практики шахтеров. Используя эти методы, лишь только будет обнаружена какая-то активность, можно будет начинать поиски тех веществ, которые содержат ее в большом количестве; найдя лучшее из них, можно его очистить, причем часто в процессе такой очистки оно выделяет связанные вещества, обладающие совершенно неожиданными свойствами. Используемые исходные материалы являются столь же разнообразными, как те, которыми пользовался примитивный медик или ведьмы в трагедии «Макбет»:

...А потом—спина змеи
Без хвоста и чешуи,
Песья мокрая ноздря
С мордю нетопыря,
Лягушиное бедро
И совиное перо,
Ящериц помет и слизь,
В колдовской котел вались...

Сейчас, однако, они уже больше не смешиваются, а тщательно отделяются друг от друга. Именно таким путем были обнаружены и выделены в чистом виде не только энзимы, но также и витамины, гормоны и антибиотики.

В результате пяти десятков лет терпеливой работы растущей армии биохимиков—в 1911 году в Англии имелось только 50 членов Общества биохимиков, сейчас их свыше 1600—были до конца раскрыты несколько полных цепей реакций и найдены несколько сот энзимов и других биологически активных веществ. Многие из этих последних, с молекулами меньших размеров, были анализированы, а некоторые синтезированы методами органической химии.

Коэнзимы

По мере того как цепи реакций, вызываемых энзимами, начали изучаться более тщательно, было обнаружено, что белки в энзимах действовали не одни. Для хода реакции в равной степени необходимо некоторое количество небелкового материала, обычно растворимого и обладающего небольшим молекулярным весом. Первый из этих коэнзимов—козимаза—был обнаружен Гарденом и Юнгом в 1906 году и идентифицирован в 1937 году Етвиеном как динуклеотид никотиновой кислоты, витамин, используемый против пеллагры. Количество известных коэнзимов меньше числа энзимов, однако один и тот же коэнзим может выполнять функции нескольких энзимов. В нескольких случаях было обнаружено, что функция коэнзима заключается в получении и передаче атомов или маленьких молекул, освобожденных реакцией главного энзима. Так, например, рибофлавин действует как донатор водорода для превращения кислорода в перекись водорода.

Дыхательные пигменты

Это соединение белкового энзима с маленькой, но активной молекулой выявляет тесный параллелизм между действием энзимов и так называемых дыхательных пигментов, подобных гемоглобину крови или цитохрому клетки. Дыхательные пигменты состоят из белкового глобулина, слабо связанного с ярко окрашенной и обычно содержащей металл порфириновой группой. Такое сочетание, повидимому, позволяет маленькой молекуле, вроде кислорода, держаться в нем очень слабо, легко вступать в соединение и отделяться от него. Таким путем дыхательные пигменты служат для выполнения решающей операции введения и устранения маленьких молекул в биохимической системе.

Меченые атомы

Специфичность пигментов в значительной степени зависит от входящего в их состав металла: так, например, в гемоглобине—пигменте крови позвоночных активно только железо, в крови головоногих моллюсков—ванадий, в пигменте крови улиток—медь. Поскольку эти вещества очень активны и для молекулы белка, содержащей примерно 5000 атомов, нужен только один атом металла, количества требуемого металла очень малы. Без него, однако, система не будет действовать и животное или растение погибнет. Таково объяснение, найденное для таинственных болезней, вызывавших падение веса крупного рогатого скота и овец, пасущихся на лугах, в почвах которых отсутствует тот или иной металл. Отощание скота, например, может сейчас излечиваться внесением 28 унций кобальта на один акр лугов. Весьма вероятно, что в будущем использование *меченых атомов* значительно расширит области, где возможно ведение рентабельного сельского хозяйства.

Фотосинтез

Порфирины представляют собой окрашенные молекулы, то есть, иными словами, реагирующие на видимый свет. Поэтому нет ничего удивительного в том, что один из них—хлорофилл—оказывается самой широко распространенной и эффективной светоприемной молекулой в фотосинтезе. Через эту молекулу проходит вся солнечная энергия, вызывающая у растений рост, у животных—движение, а у людей—мысль. Грубый продукт фотосинтеза,

происходящего в высших растениях, кажется достаточно простым. Из воздуха усваивается углекислый газ, который, превращаясь в углерод и соединяясь с водой, образует один из видов углеводов—сахар, крахмал или целлюлозу,—а избыточный кислород возвращается в воздух.

Фактически долголетние исследования с применением всех известных фотохимических способов очистки, а также с помощью атомов показали лишь то, что процесс этот очень сложен и пока еще окончательно не разгадан. Действие света выражается, повидимому, в том, что он выделяет кислород из воды, а остающиеся атомы водорода используются затем для восстановления образовавшейся из углекислоты воздуха спиртокислоты в сахар.

Открытие действия дыхательных пигментов, энзимов и коэнзимов указало путь к объяснению давно известных явлений: сильного действия некоторых веществ на крупные организмы, оказываемого даже в тех случаях, когда они вводятся в них в чрезвычайно малых дозах. Фактически это обстоятельство было известно еще в каменном веке, когда были впервые открыты и начали применяться яды. Слово «токсон» означает на греческом языке стрелу и яд. В нескольких простейших случаях способ действия ядов может быть объяснен. Действие цианистого калия и окиси углерода, например, состоит в том, что они лучше соединяются с гематином гемоглобина и окислительными энзимами, чем кислород, который они должны были бы нести эти последние и тем самым блокируют главный механизм переноса кислорода.

Открытие витаминов

Значение в биологическом процессе очень малых доз некоторых веществ было выявлено также и в наше время, причем, как это ни парадоксально, в обратном порядке, то есть исходя из того, чего не хватает человеку. В прошлом многие болезни приписывались—вполне справедливо—недостаточности питания. Самой серьезной из таких болезней была, конечно, цинга—болезнь моряков. Она была также первой болезнью, которая была определена как авитаминоз.

Уже в XVIII веке капитан Кук спас от нее свой экипаж благодаря огромным запасам свежих фруктов. Однако это средство не было научным, и в связи с огромной популярностью в XIX веке микробной теории болезней оно начало постепенно забываться. Только гений Гопкинса^{6, 98} впервые привлек внимание ученых к наличию в полноценной диете небольших доз веществ, при отсутствии которых рост организма останавливался и появлялись болезненные симптомы.

Эти вспомогательные факторы, названные позднее витаминами, дали непосредственный толчок к изучению биохимии, поскольку здесь, наконец, были открыты химические вещества, которые могли быть применены и применены непосредственно для лечебных целей. Стоило только утвердиться идее о том, что то или иное специфическое состояние обусловлено недостаточностью в организме каких-то веществ, как все усилия и химические методы исследования были направлены на то, чтобы выяснить, чего именно не хватало, выделить те вещества, которые могли ее устранить, определить их формулы и, наконец, получить их синтетическим путем. В этой работе, конечно, было много трудностей, хотя некоторые витамины имели простое строение, как, например, витамин С, или аскорбиновая кислота, впервые выделенная Сцент-Дьерди, парадоксально определившим витамин как «вещество, которое вызывает у вас болезнь, если вы его не употребляете в пищу». Другие витамины были, несомненно, очень сложными. То, что было сначала названо витамином В, оказывается, содержит, по меньшей мере, пятнадцать различных веществ, каждое из которых выполняет в организме свою особую функцию. Вероятнее всего, многие, возможно все, витамины действуют как коэнзимы и могут представлять только те из них, которые, поскольку они обычно встречаются в пище, организм уже утратил способность усваивать.

Социальные последствия открытия витаминов

Открытие и выделение витаминов и определение количества каждого из них, необходимого для поддержания здоровья, в принципе обеспечили первую приблизительно законченную и количественную оценку потребности людей в пище. Таким образом, в XX веке наука дала в руки человечества средство для обеспечения хорошей жизни—в той мере, в какой она зависела от питания,—для населения всего мира. Витамины распространены довольно широко, и, следовательно, разнообразное и обильное питание всегда содержит достаточное их количество. Вот почему авитаминозы являются в первую очередь болезнями бедноты, которые могут быть совершенно изжиты при хорошем экономическом строе и хорошем правительстве. Так, например, если в XIX веке рахит с характерными для него искривленными конечностями был в Англии столь обычным явлением, что его даже называли английской болезнью, сейчас здесь трудно встретить хотя бы один случай этого заболевания. Это весьма недавнее достижение, обусловленное деятельностью служб охраны здоровья матери и ребенка. Между тем еще в 1931 году выборочное обследование показало, что у свыше 80 процентов детей школьного возраста наблюдались те или иные клинические признаки рахита. С другой стороны, у народов, находящихся в менее привилегированных условиях, дело обстоит далеко не так хорошо. В обширных частях Африки все еще существует бери-бери, а пеллагра в Италии и в южных штатах США—обычное явление.

Ценность научного исследования состояла в этих случаях в том, что оно выявляло данные о питании, которые до того смешивались с соображениями, никакого отношения к нему не имеющими. Было так легко приписывать болезни бедноты пьянству или порокам, и пока не становилось совершенно очевидным, что больные истощены или умирают от недостатка пищи, считалось, что для них делалось все, что можно было сделать. Сейчас с нашими новыми знаниями уже нельзя больше скрыть того факта, что лишение людей хорошей пищи, содержащей витамины, является преступлением против человечества. С того момента, как этот факт был твердо установлен и стал широко известным, было уже невозможно больше допускать то, что, по сути дела, являлось умышленным лишением трудоспособности и калечением людей.

Весьма характерно, что не подобные соображения, а скорее забота о боеиспособности армий во второй мировой войне привела к действительно эффективному использованию властями прикладной науки о питании. Это было осуществлено с таким успехом, что оказалось возможным добиться лучшего состояния здоровья населения Англии, чем оно фактически было до войны, при значительно сокращенных средних нормах питания, что, не будь открыты витамины, неизбежно означало бы широкое распространение авитаминоза, особенно среди детей, равно как и общего роста эпидемических заболеваний.

Гормоны

Значение для организма очень малых количеств специальных молекул не ограничивается, однако, молекулами, принимаемыми в пищу. В то же самое время, по мере продолжения этих исследований, другие опыты показывали, что во многих случаях состояние организма зависит от существования мизерных количеств веществ, вырабатываемых в самом организме, обычно в особых местах—в так называемых железах внутренней секреции, функция которых составляла для ранних анатомов тайну. Таким образом, была открыта новая группа веществ—*гормоны*, или вестники, как их впервые назвал Э. Старлинг (1866—1927) в 1905 году, такие, как оостерон и родственные ему гормоны яичника, связанные с женским половым циклом и лактацией. Другим открытым гормоном является тироксин; неспособность организма вырабатывать его может вызвать базедову болезнь и кретинизм. Основным элементом в тироксине является йод, и его отсутствие во многих районах является основной причиной этих заболеваний, которые могут быть предупреждены при надлежащем распре-

лении иодидов. В случае других гормонов, таких, как инсулин, проблема была более сложной, поскольку сам гормон представляет собой белок и поэтому пока еще не может быть получен синтетическим путем. Больные, страдающие диабетом, зависят от заданной выработки гормона другим организмом, или от инсулина, экстрагируемого из поджелудочной железы крупного рогатого скота и овец. К несчастью, распространенность заболевания диабетом во всем мире значительно больше, чем потенциальное снабжение инсулином от животных. Если мы не хотим допустить смерти сотен тысяч людей от болезни, причины которой могут быть устранены, необходимо предпринять самые решительные и хорошо субсидируемые меры получения инсулина или его заменителей синтетическим путем.

Гормоны растений

Успехи исследований в области витаминов и гормонов не ограничивались одними животными. В 1928 году Вент и другие начали с помощью биохимических методов изучать то, каким образом влияют на рост растений внешние стимулы, такие, как свет и сила тяжести. Сказать, что растения естественно растут вверх и тянутся к свету, значит банальностью прикрыть невежество. Измерение их роста является важным шагом к пониманию роста; однако только с помощью эксперимента, управляя состоянием окружающей среды и изменяя ее процесс, он мог быть постепенно познан. Таким образом были открыты естественные субстанции, *ауксины*, вызывающие удлинение клеток, а отсюда и рост растения, которое может тянуться прямо вверх или искривиться в зависимости от равномерности распределения ауксинов. Позднее было найдено, что подобное же влияние имеют искусственно получаемые вещества, химически не очень похожие на ауксины. Эти гетероауксины сейчас широко применяются для интенсификации роста растений, в особенности для ускорения развития корней черенков. В более крупных дозах они вызывают неправильный рост и гибель растений, в связи с чем начинают находить себе применение как средство для уничтожения сорных трав. Для патологического состояния капиталистического мира характерно, что некоторые из подобного рода веществ с соблюдением строжайшей секретности и затратой больших средств разрабатываются с целью использования их для уничтожения посевов противника в биологической войне и что такой метод использования их был недавно испытан против крестьян Малайи, не вызвав действенного протеста.

Изучение витаминов и гормонов и в еще большей степени те часто поразительные результаты, которые получаются в практике их применения, делают чрезвычайно заманчивой мысль рассматривать организмы не как механические, а как химические машины, работа которых целиком определяется всей совокупностью вводимых в них активных агентов. Как отмечают опытные биологи и даже биохимики, из того, что введение в организм определенного химического вещества дает известный физиологический результат, еще не следует, что именно это самое или весьма похожее на него химическое вещество вызывает тот же результат в здоровом организме. Надо учитывать наличие еще многих других химикалий и нейрологических факторов, и один и тот же эффект может быть получен весьма различными путями. Тем не менее знание этого факта не должно приводить к какому-то скептицизму или мистицизму в биологии. Если правильно смотреть на него, то он должен послужить стимулом для более глубокого и более широкого биологического исследования.

Иммунология

До сих пор мы говорили о таком свойстве молекул, как их активность в организмах. Некоторые из них обладают другим свойством—специфичностью, которое также связано с белками. Почти случайно в реакции искусственного иммунитета Пастер обнаружил, что безвредная вакцина, взятая из концентрата мертвых бактерий, могла иммунизировать пациента против

нападения тех же бактерий в вирулентном состоянии. Это открытие легло в основу новой науки—*иммунологии*. Ее практические успехи были отмечены буквальной ликвидацией таких болезней, как дифтерит.

По сути дела, это открытие представляет собой только дальнейший этап в выявлении процессов, которые на протяжении миллионов лет выполняли функцию защиты животных от заразных заболеваний. Их распознавание и использование человеком также скрыто в глубине истории. Никто не знает происхождения метода прививки против оспы, издавна практиковавшегося на Востоке, однако он мало чем обязан науке. И тем не менее именно из этого источника Дженнер почерпнул в 1796 году свой метод прививок, имевший важное значение потому, что это был первый случай научного применения принципа защитной иммунизации, традиционно используемого доярками против более слабой формы этой болезни, наблюдающейся у рогатого скота. Должно было пройти почти 80 лет, прежде чем эта первая попытка получила дальнейшее развитие, и только в нашем веке принципы иммунизации нашли себе широкое применение. То же самое произошло позднее, когда была сделана серьезная попытка применения к человеку старого способа переливания крови.

Группы крови

Сначала наряду с успехами имели место и неприятные случаи; причем было обнаружено, что белки в крови некоторых людей имели свойство вступать в реакцию и, по сути дела, осаждать кровяные тельца у других людей. Это открытие положило начало изучению Ландштейнером групп крови, что должно было оказаться таким неоценимым средством для спасения жизни во время войны, а также и в мирное время. Обе эти реакции основываются на том факте, что белки обладают высокой специфичностью; что каждый вид белка может выступать в организме как агент для выработки антитела, которое будет осаждать в будущем данный и только данный белок. Механизм этой реакции все еще остается неясным, однако о нем известно достаточно для того, чтобы показать, что она затрагивает только одну определенную часть молекулы белка. Дальнейшее ее изучение неизбежно прольет свет на важные в биологическом отношении детали структуры белка.

Структуры молекул белка

Изучение специфичности и функций энзимов начинает вскрывать ту важную роль, которую, по всей вероятности, играют белки в живых существах. Они придают им одновременно индивидуальность и активность. По сравнению с большинством молекул, изучаемых органической химией, белки имеют очень сложную структуру. Прежде всего их молекулы велики—слишком велики, чтобы поддаваться обычным химическим методам измерения, но достаточно велики, чтобы поддаваться физическому измерению, как это показал Сведберг, когда выделил их с помощью ультрацентрифуги—своего рода сепаратора, но вращающегося в сто тысяч раз быстрее.

Еще более удивительным было то, что белки могли быть превращены в кристаллы, то есть что миллионы одного и того же рода белковых молекул могли строиться, пользуясь выражением Ньютона, «по рядам и шеренгам» с той же правильностью, какая наблюдается у простейших атомов в неорганических кристаллах. Это означает, что молекулы белков любого данного типа в основном идентичны. Такая идентичность не обязательно должна быть абсолютной вплоть до последнего атома или связи, однако способность к кристаллизации действительно означает, что молекулы отличаются друг от друга по своей форме и размерам всего лишь в пределах нескольких процентов.

Существование белковых кристаллов дало возможность исследовать структуру белка с помощью того же рентгеновского анализа, который раньше применялся к органическим кристаллам. Таким образом были установлены точные

размеры белковых молекул, которые колеблются от молекул, содержащих 1000 атомов, до таких, которые состоят из миллионов атомов,—в большинстве случаев атомов углерода, азота, кислорода и водорода. Рентгеновский анализ дал также некоторое представление о способах соединений этих атомов. Наиболее вероятной в данный момент гипотезой является то, что они состоят из связок цепочек аминокислот, довольно прочно соединенных друг с другом посредством электрических зарядов.

Структура составляющих белки цепочек постепенно выясняется при помощи новых методов—физических и химических. Первым решающим шагом явилось определение Сангером в 1952 году точного порядка аминокислот в двух цепочках, составляющих молекулу инсулина. Это открытие явилось величайшей победой аналитической химии. Как эти цепочки сложены или свернуты, пока еще не известно. Мы все еще очень далеки от разрешения проблемы структуры белков. До тех пор пока наши знания о ней не расширятся, мы не сможем дать сколько-нибудь основательного ее объяснения, то есть такого объяснения, которое привело бы к более или менее полному и сознательному управлению процессами, связанными с белками. Под этим мы понимаем не только уже рассмотренные нами чисто химические процессы, но также и элементарные физиологические функции, такие, как сокращение мышц, от которого зависит движение всякого животного, и передача нервных сигналов.

Волокнистые белки

Как мышцы, так и нервы состоят из волокнистых белков, и из них же образованы инертные части животных организмов, такие, как коллаген хрящей, кератин волос, ногтей и рогов, а также шелк у насекомых и пауков. Эти твердые волокнистые белки могут рассматриваться в известном смысле как побочные биологические продукты, экскременты, сохраненные для структурных целей. Ту же самую роль играет волокнистая целлюлоза в растениях и хитин в жестком панцире насекомых. Именно в силу своей твердости, крепости и устойчивости волокнистые белки оказались неоценимыми для человека, начиная с первобытных времен, став затем основой крупной шерстяной, шелковой и кожевенной промышленности.

По той же самой причине они были первыми белками, исследованными с помощью рентгеноанализа. Работа Марка и Астбэри (Astbury) показала, что эти белки представляют собой цепочки аминокислот, скрученные в таких эластичных белках, как шерсть, и прямые в жестких белках, подобных шелку. Это открытие много сделало для того, чтобы дать научную основу для видоизменения старых методов и обеспечить средства для создания новых текстильных волокон. Уже удалось получить целый ряд новых второстепенных волокнистых белков из естественных глобулярных белков, таких, как ардил из эдестина земляных орехов; а подлинно синтетические белки, подобно полибензоиловому глютамату, могут сейчас получаться в форме волокна и угрожают конкурировать с целиком искусственными полиамидами нейлона.

Структура и происхождение глобулярных белков

Однако от искусственного производства волокнистых белков из аминокислот до действительного построения активных, так называемых глобулярных, молекул белка—дистанция огромного размера. Это, повидимому, зависит от того, каким образом складываются и сворачиваются пептидные цепочки, чтобы образовать определенную молекулу, как, например, молекулу инсулина. Эта проблема решается по линии физической, биохимической и цитологической. С помощью рентгеноанализа ведутся поиски абсолютного решения, которое позволило бы определить место каждого атома, но такое решение, несмотря на остроумную спиральную гипотезу Паулинга, будет, повидимому, найдено не раньше чем через несколько лет. Тем не менее уже сейчас очевидно, что существуют белки всех степеней сложности, начиная

с просто сложенных цепочек,—узлов таких связок, как, например, в гемоглобине,—и кончая правильными группами таких узлов в вирусных белках.

Бресслер в СССР сделал попытку получить ресинтез белков, направив действие в обратную сторону с помощью высокого давления. В природе, как кажется, если следовать идеям Касперона, белки в клетке синтезируются при помощи нуклеиновых кислот, причем каждый тип нуклеиновых кислот дает свой собственный тип белка. Это происходит нормально в процессе роста под влиянием хромосом и микросом и аномально—при вирусных инфекциях, а также, повидимому, под воздействием рибонуклеиновой кислоты.

Обмен веществ

Одной из центральных проблем биологии является обмен веществ. Как уже указывалось, некоторые из процессов обмена веществ, как, например, сгорание сахара, более или менее изучены; однако значительная часть работы еще впереди и изучение конструктивной части метаболизма, или *анаболизма*, еще едва только началось. Одно стало, однако, вполне ясным в самое последнее время главным образом благодаря использованию меченых атомов: как анаболизм, или создание сложных соединений из более простых структур в организме, так и *катаболизм*, или разрушение их, происходят значительно более ускоренными темпами, чем это до сих пор предполагалось. Молекулы в нашем теле и во всяком организме находятся в состоянии непрерывного восстановления, и атомы протекают через него почти непрерывным потоком. Весьма вероятно, что никто из нас не сохранил больше чем несколько атомов, с которыми мы начали свою жизнь, и что, даже будучи взрослыми, мы, вероятно, меняем большую часть материала нашего тела всего за несколько месяцев.

Биохимический характер жизни как процесса

Итак, постоянным в жизни индивида является не материя, а формы и реакции молекул, из которых образованы живые организмы. Самая материя организма имеет, повидимому, существенное значение главным образом потому, что она нужна для выполнения непрерывных циклов обменов химических веществ, что и представляет собой жизнь. Такие обмены должны быть *более или менее уравновешенными* в каждой живой клетке, подобно тому как это имеет место во всем организме в целом. Это, в большей или меньшей степени, означает, что циклы, происходящие внутри каждой клетки и в организме в целом, никогда не являются завершенными; что рост или разложение—это правило, действующее на всем протяжении жизни, представляя собой отдаленный отзвук «зарождения и гниения», которые, согласно Аристотелю, царствовали в подлунной сфере (стр. 117). Далее, равновесие, как указал Клод Бернар, является до известной степени устойчивым: организм реагирует так, чтобы сохранять свою внутреннюю и внешнюю среду постоянной. Только в том случае, если пределы устойчивости нарушены и один тип обмена выходит из повиновения, живая клетка организма перестает функционировать согласованным образом (или, как мы говорим, умирает). Даже после того как это случилось, многие из ее составных частей, таких, как ферменты—в случае клетки или целая клетка—в случае организма, продолжают оставаться в течение известного времени такими же деятельными, как и раньше.

Существенную черту всякого организма, пока он живет, составляет скорее последовательность и координация процессов, чем архитектура инертной материи. Если же брать всю жизнь на нашей планете в целом, то процесс этот приобретает еще большую важность. В разноможении, как и в росте, но в значительно более слабых темпах циклы процессов видоизменены. Полное значение фактически происходящих процессов и тех структур, в которых они происходят, становится ясным только в том случае, если их рассматривать как продукт длительной эволюции, и в первую очередь химической эволюции.

Исследование природы основных химических процессов, происходящих в живой материи, началось только в последние десятилетия нашего века и в настоящее время переживает весьма активную фазу открытий. Все эти процессы вызываются, повидимому, системами энзимов—коэнзимов. Действительно, большинство свободных молекул белка в клетках функционирует, как кажется, в качестве энзимов. Роль же коэнзимов, а отчасти и содержащих фосфор нуклеотидов—компонентов нуклеиновой кислоты—имеет, по всей вероятности, решающее значение. Они, очевидно, служат связующим звеном между выделяющими энергию катаболическими процессами и поглощающими энергию и строящими ткани анаболическими процессами^{6, 102*}.

Как мы видели выше, эти преобразования, вызываемые энзимами, происходят путем небольших ступенеобразных изменений энергии и позволяют организму осуществлять весьма значительные химические превращения без сколько-нибудь заметного повышения температуры. Жизнь, выражаясь словами Фернеля^{4, 87}, представляет собой «слабый огонь, горящий без пламени» (стр. 349). Реакции, происходящие в организмах и при химических отношениях между организмами, начиная от взаимно благотворного симбиоза до явного поглощения или паразитизма, составляют часть сложных, взаимосвязанных химических систем. В полностью развитой биосфере, какой она существовала, по крайней мере, на протяжении последнего миллиарда лет, постоянно откладывается сравнительно небольшое число органических молекул; однако эти молекулы—подобно молекулам угля и нефти—имеют величайшую ценность для человека. Большинство из них совершает бесконечный круговорот превращений, проходя через растения, животных и бактерии обратно в растения. Вся биосфера может рассматриваться как одна эволюционирующая биохимическая система. Нет никаких оснований полагать, что она представляет собой единственно возможную систему этого рода во вселенной. На других планетах могут существовать и другие системы биохимического превращения, одни более, другие менее эффективные, чем наши^{6, 113; 6, 77}.

Термодинамика живых организмов

Специфический и управляемый характер взаимного обмена энергией в живых системах вместе с быстрыми темпами протекания через них материи имеют большое значение для объяснения кажущегося парадокса—того, что они как будто противоречат второму закону термодинамики, согласно которому в каждой замкнутой системе энтропия, или смешанность, должна непрерывно усиливаться, или, иными словами, что со временем система становится все менее и менее стройной. Между тем организмы на протяжении большей части своей жизни, повидимому, сохраняют на короткий промежуток времени примерно одну и ту же степень организованности. Они фактически увеличивают ее, когда растут и размножаются, и теряют только со своей смертью. Предполагалось, что это якобы означает какую-то божественно установленную или целенаправленную организацию, однако сейчас стало очевидным, что здесь имеет место простое следствие того факта, что живой организм представляет собой не замкнутую, а открытую систему. Для таких систем, как недавно показал Пригожин^{6, 116}, энтропия не увеличивается, а только стремится к какой-то постоянной величине. Второй закон термодинамики является фактически только частным случаем для замкнутых систем. Знание этого факта снимает необходимость рассматривать термодинамический аспект метаболизма и рост организма как нечто особенно жизненно важное и делает в XX веке по отношению к превращениям органической энергии то, что сделал Велер в XIX веке по отношению к органическому веществу. Это, однако, не разрешает проблемы жизни, а лишь устраняет примешавшуюся к ней псевдопроблему, оставляя нетронутой основную задачу—задачу объяснения происхождения и эволюции непрерывно меняющихся, но в основном периодически повторяющихся типов структур и процессов, характеризующих живые организмы.

11.3. МИКРОБИОЛОГИЯ

Основная химическая природа жизни может быть лучше всего понята, когда она не усложнена развитием формы и поведения. В XX веке биохимия начинает, наконец, раскрывать тайны жизни мельчайших организмов—бактерий, дрожжей и плесеней, и простейших животных—одноклеточных протозоа. Простота эта относится только к форме и структуре этих организмов; с точки зрения биохимии, как мы увидим, они, по меньшей мере, столь же (если не более) сложны, как и высшие организмы. Мощные побудительные стимулы к изучению этих организмов исходили как со стороны медицины, разрабатывавшей методы лечения вызываемых ими болезней, так и со стороны промышленности в связи с вырабатываемыми ими химикалиями и лекарствами, включая и важнейшее из них универсальное средство—спирт; они же и поддерживали такое изучение. Сейчас начинает изучаться и роль микроорганизмов в земледелии, ибо от них в значительной степени зависит плодородие почвы.

Биологическая война

За последние десять лет, однако, наиболее интенсивные и щедро финансируемые исследования в области микробиологии были направлены на подготовку к биологической войне—для чисто военных целей^{6.118}. Задача здесь состоит скорее в выращивании, чем уничтожении организмов, обладающих максимальной степенью токсичности, и в изыскании средств самого быстрого и широкого распространения заразы с помощью ли распылителей, насекомых или других ее переносчиков. Такие смертоносные микробы, как микробы сибирской язвы, сапа и бруцеллеза, уже получены в десятках тонн—количестве, достаточном при равномерном его распределении для того, чтобы умертвить весь род человеческий. Бактериологические яды являются еще более смертоносными, ибо достаточно менее одной унции некоторых из них, чтобы получить тот же чудовищный результат. Сами организмы бактерий, повидимому, находятся в привилегированном положении благодаря их способности размножаться в период эпидемии. Здесь, однако, кроется серьезная трудность. Сила микробов вызывать эпидемии может быть оценена только в боевой обстановке и только путем испытания его на человеческих существах. Именно это необходимое условие придает убедительность заявлениям корейских и китайских ученых о том, что в ходе корейской войны такие испытания уже фактически проводились^{6.85; 6.117}. Самое нежелание английского и американского народов поверить этим обвинениям может служить мерилom того отвращения, какое вызывают в широких народных массах подобные методы ведения войны.

Тем не менее работа по исследованию и усовершенствованию этого оружия продолжается и даже ускоряется. Правительство Соединенных Штатов попрежнему упорствует в своем отказе ратифицировать Женевскую конвенцию 1925 года, запрещающую его использование, и совершенно ясно, что, разразись новая мировая война, единственное, что могло бы помешать биологической или газовой войне,—это страх перед возмездием. Многие ученые понимают, что такое положение нетерпимо, и некоторые научные организации, в том числе Международный конгресс микробиологов, состоявшийся в 1953 году в Риме, выдвинули следующую резолюцию:

«Шестой Международный конгресс микробиологов, уверенный, что правильно понимает мысли всех микробиологов, выражает свое мнение, что наука микробиологии должна иметь единственной своей целью благополучие и прогресс человечества; что все микробиологические исследования должны быть направлены на осуществление этой цели и что все страны должны присоединиться к Женевскому протоколу 1925 года».

Рано или поздно авторитет научного и общественного мнения сумеет положить конец этому самому вопиющему извращению целей науки и повернуть

изучение микроорганизмов на выполнение его первоначальной задачи—на борьбу с болезнями и содействие развитию земледелия и промышленности.

Химическое непостоянство и приспособляемость простых организмов

Мы только сейчас начинаем получать некоторое представление о том, какие возможности таит в себе микробиология, если подходить к ней химическими методами. Многое можно узнать о нормальных и аномальных жизненных процессах этих мельчайших организмов, выращивая их в растворах, содержащих самые различные вещества. Можно изучать воздействие этих веществ на рост микробов и собирать сведения о тех превращениях, которым они подвергаются в организме, путем исследования выделяемых ими в окружающую среду продуктов. Такое изучение показывает, что простейшие в морфологическом отношении организмы являются химически в высшей степени сложными. Они поистине способны выполнять любой процесс, осуществляемый высшими организмами, а часто и значительно больше. Они, повидимому, подобны крошечным химическим заводам, где молекулы передаются по линии от одного энзима к другому, чтобы включить их в организм в форме роста, чтобы заставить их выделить энергию и, наконец, чтобы извергнуть их наружу в виде бесполезных остатков. Различные организмы специализируются в различных процессах, однако, несколько неожиданно, оказывается, что такая специализация ни в коей мере не является жесткой. Метаболизм простых организмов обладает, повидимому, исключительно высокой приспособляемостью^{8, 9, 8}. Если отсутствует одна пищевая молекула, они быстро переходят к использованию другой, для чего изменяют многие из своих химических процессов. Эта изменчивость часто оказывается очень досадной для нас, поскольку она распространяется также и на антибактериологические яды, причем многие разновидности привыкли теперь к сульфамидным препаратам, а некоторые даже и к пенициллину.

По своей форме это своего рода химическое обучение, и как только мы познаем его механизм, мы сможем учить эти организмы делать то, чего мы от них хотим. Все это показывает наличие в примитивных организмах выносливости и гибкости, позволивших им выжить и эволюционизировать в таких процессах (стр. 511).

Вирусы

Плесени и простейшие представляют собой относительно сложные организмы, внутренняя структура которых может быть рассмотрена под микроскопом. Даже более простые бактерии имеют свои характерные формы, и электронный микроскоп начинает раскрывать нам их внутреннюю структуру. Будучи помещены в соответствующую среду, все они проявляют вполне разработанный метаболизм. Существуют еще более мелкие и простые организмы—вирусы, у которых отсутствует даже и это. Среди вирусов встречаются как сравнительно крупные и сложные живые вирусы, вызывающие такие заболевания, как корь и оспа, так и очень маленькие растительные вирусы, вызывающие многочисленные заболевания растений. Существуют вирусы даже самих бактерий, бактериофаги—последнее звено, которое мы можем себе представить в цепи «более крупных блох, на спине которых сидят более мелкие, чтобы кусать их». В способности вызывать болезни, которые могут переноситься с одного организма на другой и даже приводить к эпидемиям, вирусы не отличаются скольнибудь существенно от бактерий; фактически они отличаются от них только тем, что проходят через бактериальные фильтры и невидимы под обычным микроскопом. Сейчас, когда у нас есть электронный микроскоп, вирусы можно увидеть; в большинстве своем они выглядят маленькими круглыми тельцами значительно меньших размеров, чем бактерии, и, за исключением небольшого числа животных вирусов, без видимой внутренней структуры.

Кристаллизующиеся вирусы

Как было обнаружено Боуденом и Пири, а также Стенли, более мелкие вирусы растений имеют удивительные для живого организма свойства: они способны кристаллизоваться. Это обстоятельство было подтверждено также путем их изучения с помощью рентгеновских лучей, показавшего, что большинство атомов в вирусах расположено в определенном порядке, как, например, в белковых молекулах. Иными словами, вирус представляет собой химическую молекулу, одновременно обладающую многими свойствами живых организмов.

Недавние исследования Уилсона, Франклина и других открыли кое-что о структуре вирусов. Оказывается, что они состоят из двух частей: из каркаса, образованного молекулами белка, расположенными в форме геометрической фигуры—геликоидальной или полиэдрической, — и из нитей нуклеиновой кислоты, прикрепленных к нему в определенных местах. Далее оказывается, что между растительными и животными вирусами нет принципиального различия, кроме как в количестве белка, определяющего их размеры. Встречающиеся в здоровых клетках микросомы, повидимому, имеют подобную же структуру.

Вирусы—не примитивные организмы

На первый взгляд—но только на первый—может показаться, что вирусы образуют связующее звено между миром живого и неживого. На самом же деле химический анализ вируса рассеивает это впечатление, поскольку доказано, что вирусы—это белки, и притом не простые, а нуклеопротеиды. Эти последние представляют собой белки, присоединившие к себе нуклеиновую кислоту, которая сама является соединением групп, содержащих пурины, сахара и фосфорную кислоту, что уже было рассмотрено выше в связи с метаболизмом. Нуклеиновая кислота, как показывает ее название, находится в ядрах всех клеток, и не только там; она, повидимому, встречается также в особом изобилии всюду, где осуществляется быстрый синтез белка, в частности в связи с делением и размножением клеток. Между тем и белки и нуклеиновые кислоты являются очень сложными органическими веществами, поэтому вирусы никак не могут быть примитивными организмами; скорее они кажутся выродившимися. Тем не менее тот самый факт, что вирусы могут существовать и размножаться, хотя бы только в других клетках, показывает, что минимальные функции жизни, роста и размножения, к которым сводится вся их деятельность, не нуждаются в более развитой структуре, чем некий биохимический минимум. Это, далее, означает, что другие, более физические функции, которыми характеризуются известные нам высшие организмы, такие, как движение и раздражимость, являются второстепенными и, вероятно, были развиты позже. Вирусы, отбросившие такие функции, если они когда-нибудь ими обладали, повидимому, довольствуются самой строжайшей структурной экономией: они совершенно лишены всяких органов и образованы только одним видом химического вещества. Они могут только размножаться—что является единственной формой их «жизни»—фактически в клетках других животных и растений. Они не могут питаться менее сложно организованными веществами.

Действительно ли вирус является таким простым, как кажется,—это уже совершенно другой вопрос. Не исключена возможность, что вирусы могут оказаться не самостоятельными организмами, а отклоняющимися от нормального типа элементами клеток высших организмов, действующими неуправляемо, поскольку находятся в незнакомой среде.

Теперь как будто выясняется, что функциональным элементом вируса является главным образом, если не целиком, та его часть, которая представляет собой нуклеиновую кислоту. Оказывается, что частицы вирусов, не содержащие нуклеиновой кислоты, не инфекционны, в то время как Френкель Конрат утверждает, что препараты, в которых отсутствует белок, хотя они и очень неустой-

чивы, могут их вырабатывать. При нормальной инфекции нуклеиновая кислота, повидимому, как-то выходит из своей белковой оболочки, входит в клетку хозяина и воспроизводится либо до того, как начнет вырабатывать новые белковые оболочки, либо в процессе такой выработки. Тот факт, что каждый тип или даже штамм вируса вырабатывает свою собственную различимую форму белка, усиливает аналогию между вирусами и микросомами здоровой клетки, функцией которой также является образование белка. Существует аналогия также и между процессом образования вирусов и оплодотворением, при котором в яйцеклетку входит, повидимому, лишь содержащая нуклеиновую кислоту часть спермы. Основное различие состоит здесь в том, что взаимодействие с нуклеиновой кислотой яйца необходимо при оплодотворении, но не для воспроизводства вируса. Процесс размножения проходит в бактериальных вирусах, или бактериофагах, повидимому, очень быстро; для того чтобы превратить живую бактерию в массу частиц бактериофага, нужно всего несколько минут. С этой точки зрения то, что мы изучаем как вирусные препараты,—всего-навсего сухие споры или покоящиеся стадии вирусов. Они не представляют собой самостоятельных организмов в собственном смысле этого слова. Некоторые данные свидетельствуют о том, что, когда вирус попадает внутрь клетки, он разворачивается так, что его уже не видно в электронный микроскоп, а затем он организует вокруг себя некоторое количество вещества клетки, подобно ядру, окруженному цитоплазмой.

В самом деле, вполне может оказаться, что изучаемое нами как вирусы представляет собой всего-навсего сухие споры или остаточные стадии вирусов и что их инертность и простота являются только кажущимися.

Автотрофные бактерии

Противоположную крайность—абсолютную самостоятельность по сравнению с полной паразитической зависимостью, представляют автотрофные бактерии, подобные живущим в почве и в горячих источниках, которые могут удовлетворить все свои потребности такими простыми солями, как нитраты и сульфаты. Некоторые из них не нуждаются для своей жизни даже в кислороде, компенсируя его недостаток путем окисления и восстановления соединений железа и серы. Они имеют серьезное экономическое значение, поскольку ими образовано большинство серных отложений. Их исключительная неприхотливость показывает, что они должны стоять значительно ближе к действительно примитивным организмам, чем вирусы. И тем не менее они не могут быть действительно примитивными, ибо совершенно лишены простоты в своем внутреннем химическом составе, поскольку содержат не только все ферменты, имеющиеся у других организмов, но еще и ряд других, необходимых для усвоения простых веществ, которыми они питаются.

Создается впечатление, что примитивные бактерии развились в другие организмы, которые, будучи взяты порознь, имеют скорее меньшую, чем большую химическую приспособленность. Автотрофная бактерия может жить в целиком неорганической среде. Все животные и многие растения утратили некоторые из этих механизмов и в смысле получения органически уже приготовленной пищи или вспомогательных питательных веществ, подобных витаминам^{6,100}, зависят от окружающей среды. Наиболее примитивные из этих организмов живут просто за счет продуктов распада или выделений других организмов, которые они впитывают через свою клеточную оболочку. Одни несколько более высокоразвитые организмы нашли способ передвижения с помощью подвижных нитей, называемых ресничками или жгутиками, в зоны, где имеется больше пищи. Другие, также все еще одноклеточные, такие, как амеба, сделали следующий решающий шаг, фактически вбирая в себя куски пищи—либо живой, либо мертвой материи; то есть они действительно ведут паразитическую жизнь, питаясь другими организмами. А эта тенденция имеет двойные результаты.

Во-первых, самое наличие пищи, которая берется из тела других организмов и содержит множество уже сформированных существенно важных веществ, устраняет необходимость во многих биохимических процессах, требующихся для более примитивных организмов. Они поэтому делаются более простыми в химическом отношении, одновременно становясь организационно и функционально более сложными. Такие организмы должны быть способны реагировать на условия питания, а не просто расти; они должны быть способны передвигаться туда, где имеется больше пищи, и обладать какими-то средствами для ее захвата.

Важность размеров

Важным фактором в этом отношении являются размеры. Маленькие одноклеточные животные могут достаточно хорошо устраиваться в непосредственном своем окружении—они не нуждаются в органах движения для того, чтобы передвигаться с места на место. С другой стороны, если они становятся крупнее, усилие, требующееся для их передвижения, и в еще большей степени задача вбирания пищи через один рот для всего организма весьма затрудняются. Существует два решения этой проблемы, в принципе довольно различных. Одно из них заключается в том, что организм остается неподвижным и втягивает в себя проносящуюся мимо пищу; примитивным способом это делают губки, более сложным—устрицы и морские уточки*. Второе решение—это самому отправиться на поиски пищи; так поступают рыбы, пресмыкающиеся и, наконец, мы сами. Мы сделали еще один шаг вперед в этом отношении, фактически заставляя другие организмы вырабатывать для нас пищу посредством сельскохозяйственных процессов. Общая тенденция эволюции идет в направлении от чисто химического существования микроскопических организмов к возрастающей организации, координации и рациональности.

Биохимическая эволюция и происхождение жизни

Все эти факты указывают на крайнюю важность, равно как и на крайнюю древность, химической организации живых вещей, а также на существование химической эволюции организмов, которая должна была предшествовать эволюции структурной, хотя, быть может, и не была столь продолжительной. Для того чтобы определить, сколько времени она заняла, потребуются дальнейшее развитие геохимии. Пока у нас есть некоторые данные, которые показывают, исходя из соотношений распределения изотопов серы, что в период, предшествовавший верхнему докембрию, около 800 млн. лет назад, биохимической жизни, связанной с восстановлением серы, еще не существовало. В начале кембрийской эры, 500 млн. лет тому назад, жизнь в биохимическом отношении была, очевидно, весьма близка к тому, чем она является сейчас; промежуток в 300 млн. лет должен был включать как биохимическую, так и морфологическую эволюцию^{6, 64}. Это, однако, весьма приблизительные цифры, нуждающиеся в достаточно обоснованном подтверждении. Мы никогда не будем иметь прямых данных о такой эволюции. Косвенное же свидетельство можно фактически найти в химическом составе и функционировании существующих растений и животных, и весьма возможно, что оно будет раскрыто при разработке содержащихся в них биохимических цепей реакций и при определении путем логического рассуждения того порядка, в котором они должны были формироваться в эволюционном процессе. Поэтому биохимия дает нам ключ к происхождению жизни. И, наоборот, изучение происхождения жизни представляет собой руководящую нить в геохимии, подобно тому как в XIX веке изучение эволюции явилось руководящей нитью в морфологии^{6, 118}.

* Имеется в виду один из представителей усоногих раков.—Прим. перев.

Мир до появления жизни

Можно, конечно, подойти к проблеме происхождения жизни и с другого конца, то есть исходя из характера мира до появления жизни. Это—дело астрономии, геологии и в особенности *геохимии*. Эта новая наука выросла в ответ на значительно более широкие потребности промышленности XX века в редких металлах, ибо даже еще до открытия значения урана уже существовал спрос на другие редкие металлы, такие, как ванадий и германий, и распределение их в природе явилось проблемой, возникшей перед такими изобретательными и выдающимися геологами и химиками, как В. М. Гольдшмидт в Норвегии и Вернадский в Советском Союзе.

В процессе физической эволюции остывающей планеты неизбежно должна была образоваться *гидросфера*, состоящая из рек и морей. Первые явления жизни должны были возникнуть в этой гидросфере, где вода и ил испытывали воздействие солнечного света. Именно в этот период должны были накапливаться простые соединения углерода и азота, из которых образованы организмы. Быть может, никакого точного начала жизни не было вообще. В состоянии активного равновесия, вызванного превращениями, непрерывно происходившими между теми или другими химическими веществами, могли установиться известные циклы, которые были самовоспроизводящимися, то есть молекула А производила молекулу В, и так далее до тех пор, пока молекула Z снова не производила молекулу А. На этой стадии всю среду можно было бы назвать живой в биохимическом смысле, хотя ни одного организма еще не существовало. Однако такая жизнь, очевидно, всегда должна была подлежать распаду. Только когда образовались крупные полимерные молекулы—белки или их предшественники,—эти маленькие миры химических процессов смогли собраться воедино, порвать с окружающей их водой и стать первыми организмами, один из которых послужил источником всей последующей жизни. Это могло произойти одним из тех путей, которые тридцать лет тому назад указали Опарин^{6.114} и Холдейн^{6.94}.

Самопроизвольное зарождение

Любопытным комментарием к изменению умонастроений в последнем столетии может служить тот факт, что в то время, как 100 лет тому назад казалось насущно важным доказать наличие или отсутствие самопроизвольного зарождения жизни, сейчас самозарождение жизни на нашей планете принимается как нечто само собой разумеющееся и не вызывает особых эмоций. Сейчас мы знаем, что идеи тех, кто 100 лет тому назад хотел доказать самопроизвольное зарождение жизни, были фактически гораздо более абсурдными, чем мечты алхимиков. В то же время мы знаем и то, что проблема эта не является неразрешимой. Просто решение ее является значительно более трудным, чем мы себе представляли, и подходить к нему придется совершенно иным путем.

Использование биохимических процессов

Маловероятно, конечно, чтобы мы когда-нибудь смогли искусственно создавать жизнь. Что значительно более вероятно и даже может быть достигнуто всего через несколько лет,—это успешное выполнение в наших собственных интересах и с помощью чисто искусственных средств многих функций жизни и, в частности, существеннейшей функции—фотосинтеза органической материи. Если бы мы могли использовать падающий сегодня на землю солнечный свет и непосредственно обратить его в пищу человека, без посредничества растений, была бы разом решена важнейшая проблема, лежащая в основе мировой экономики, и обеспечена возможность безграничного роста человеческой расы. Здесь опять-таки мы можем увидеть связь между приобретением знаний и созданием возможностей для их претворения на практике. Прежде чем мы можем надеяться воспроизвести какие-либо характерные черты живых организмов, мы должны сначала понять, как сам живой организм управляет собой; а это

будет означать огромную исследовательскую работу, причем большая часть ее будет направлена не на решение этой проблемы, а просто на обнаружение связей, которые позднее смогут быть использованы для ее разрешения.

11.4. БИОХИМИЯ В МЕДИЦИНЕ

Между тем, как мы уже указывали (стр. 463), первоначальный толчок биохимическим исследованиям исходил от медицины. В качестве физиологической химии исследования эти приобрели в XX столетии большое значение главным образом потому, что знаменовали собой второй этап великой революции в медицине, возведенной работой Пастера в XIX веке. Первые бактериологи довольствовались чисто биологическими методами работы, используя в качестве лечебных средств вакцины или антисыворотки, приготовленные из самих бактерий. Желание получить более определенные результаты привело позднее к более глубокому изучению химического механизма этих средств. Эта тенденция слилась с другим направлением исследований, исходившим из изучения авитаминозов и нарушений метаболизма, которые, как оказалось, также имели химические основы. Биохимия явилась общим звеном, связавшим все это воедино.

Чем более научным является подход к изучению заболевания, тем яснее становится, что оно связано с аномальным биохимическим поведением жидкостей клеток и тканей, с нарушением гармонического равновесия молекулярных превращений, которые мы называем жизнью. Нарушение может быть грубым как в тех случаях, когда рана или опухоль разрывают какую-то жизненную связь и полностью отрезают всякое снабжение, например в случаях гангрены и пневмонии, или же оно может быть постепенным, как при дегенеративных изменениях, вызывающих диабет. Говорят, что организм или любая часть его болеет, если в нем отсутствует какое-то необходимое ему химическое вещество или если оно приобретает какое-то вещество, нарушающее его функционирование.

За исключением чисто психических заболеваний, все болезни в конечном счете вызываются голоданием или отравлением. Они распадаются на группы в зависимости от того, каким образом яд попадает в организм или почему в нем отсутствуют необходимые ему вещества. Группы эти—их четыре—не исключают возможности существования еще и других групп. Это 1) инфекционные или паразитарные болезни; 2) болезни недостаточности, внешней или внутренней; 3) болезни, связанные со злокачественным ростом тканей, или раковые заболевания, которые, когда мы их будем лучше знать, могут оказаться подпадающими под группу 2, и, наконец, 4) болезни, при которых психические расстройства социального происхождения могут нарушить химическое равновесие организма. В предотвращении и лечении болезней, входящих во все эти группы, особенно в первые две, были достигнуты в нынешнем столетии выдающиеся успехи, причем большинство из них относится к последним двум десятилетиям.

Такая классификация болезней приведена здесь условно, чтобы наглядно показать достижения XX века в понимании и ликвидации этих болезней благодаря использованию биохимии. Мы, однако, не имели намерения создать впечатление, что заболевание представляет собой простое нарушение химического равновесия в организме, которое может быть восстановлено с помощью какого-то специфического хемотерапевтического вещества, или, проще говоря, с помощью новой медицины «из бутылки». И тем не менее это важный прогресс. Он колоссально помог в борьбе с болезнями, дав в руки врача новое тактическое оружие; однако он не может заменить общую стратегию длительной борьбы за здоровье человека. Ибо эта последняя охватывает всего человека в целом, а также экономические и социальные условия его жизни. Хорошее питание, чистая работа, общение с другими людьми и деятельная, разумная вера

в будущее—вот ее основные, существенные черты. Без этого все победы биохимической науки будут простыми паллиативами; с их помощью биохимия все более успешно гарантирует человечество от случайностей внешней инфекции или внутренней недостаточности.

Антибиотики

В борьбе с инфекционными заболеваниями, где клеточные яды порождаются живущими в теле чужеродными организмами, медицина XX века одновременно с сохранением и разработкой всех методов Пастера продвинулась еще на одну ступень вперед. Задача помешать микробам и паразитам проникнуть в организм остается столь же насущной, как и раньше, однако сейчас стало возможным все более успешно бороться с ними даже после того, как им удалось это сделать. Попытка решения данной задачи дала колоссальный стимул для изучения прямого воздействия специфических химических веществ на микроорганизмы и их «хозяев», в частности человека. Хотя первоначальным мотивом здесь было стремление победить болезнь, другой весьма важной и, конечно, значительно более щедро финансируемой целью таких исследований явилось возбуждение болезней—либо с помощью ядовитых газов, либо, в настоящее время, с помощью радиоактивных отравляющих веществ и массового бактериологического нападения.

С тех пор как Пастер открыл бактерии, появилась надежда на то, что удастся найти какое-то химическое вещество, которое сможет убивать бактерии в организме пациента, не причиняя при этом вреда ему самому. В тех случаях, когда несущие инфекцию организмы принадлежали к типу, высокочувствительному к химикалиям, как это имеет место с трипаносомами, вызывающими сонную болезнь, или спирохетами, вызывающими сифилис, можно было надеяться на достижение хороших результатов путем применения простых неорганических соединений, в первую очередь соединений тяжелых металлов. Уже в XIX веке было обнаружено, что эта надежда себя оправдала (стр. 355), однако справиться с болезнями, вызываемыми бактериями, оказалось значительно труднее.

Первый успех был достигнут при попытке исследовать возможность использования химических веществ, которыми окрашивались бактерии с целью распознавания, для прослеживания их в организме и уничтожения. Так возникла первая группа хемотерапевтических веществ, сульфамидов, впервые полученных в 1932 году Домагком.

Пенициллин

Немного времени спустя было сделано эпохальное открытие пенициллина. Это открытие представляет собой замечательный пример одновременно и силы и слабости научной организации в XX веке. В 1928 году Флеминг обратил внимание на то, что некоторые из его бактериологических культур оказались выведенными в нескольких местах; он был достаточно наблюдательным человеком, чтобы заметить, что это обстоятельство было вызвано появлением на его предметных стеклах какой-то плесени, которая, казалось, выделяла некое вещество, убивавшее бактерии. Плесень эта была определена микологами неправильно, и около десяти лет никто не думал, чтобы ее стоило продолжать изучать. Это не означает, что никто не заинтересовался бы этим наблюдением, если бы знал о нем; напротив, очень много людей занималось поисками какого-нибудь неядовитого вещества, которое уничтожало бы бактерии. Чего не доставало, так это надлежавшей организации для изыскания и усовершенствования всякого многообещающего начинания. Наблюдение Флеминга было использовано только десять лет спустя, когда Флори и Чейн, вдохновленные успехом сульфамидных препаратов, начали систематические поиски антибиотиков. Огромная действенность экстрактов из *Penicillium notatum* немедленно привела к концентрированной химической атаке с задачей выделить

активное начало и показать, что оно ядовито только для бактерий, но не для их хозяев. Опыты на животных дали такие обнадеживающие результаты, что были сделаны попытки изготовить это средство в достаточном количестве для лечения людей. Такое предприятие по необходимости представляло собой своего рода азартную игру, поскольку ценность лекарства могла быть доказана только при том условии, если бы оказалось возможным получить достаточное его количество, чтобы добиться полного излечения серьезных случаев, а затем провести лечение еще некоторого числа больных, чтобы показать, что их выздоровление не было только случайной удачей.

К тому времени как клиническая ценность нового средства была доказана, разразилась война, и последующие стадии его очистки и массового изготовления были проведены темпами, немислимими в мирное время. Это было концентрированное усилие в областях химии, биологии и медицины на таком уровне энергии человеческого мышления, который можно сравнить только с уровнем работы над изобретением атомной бомбы. Дело было крайне спешным и потребовало, вероятно, значительно большего числа научных работников, чем это было необходимо; но работа была сделана. Если бы ей было позволено идти более медленными темпами, было бы сэкономлено много человеко-часов, но погибли бы тысячи людей. К тому же нет никакой уверенности в том, что, не будь войны, пенициллин был бы вообще когда-либо найден. Вначале он не сулил особых надежд, и было бы трудно изыскать необходимые средства для того, чтобы продвинуть его до такой точки, когда он смог бы показать всю свою ценность. После того как пенициллин был получен, оставалось выполнить еще три задачи: узнать, что он собой представляет; как его синтезировать; каким образом он действует в уничтожении бактерий. Первая из этих задач была выполнена в 1944 году—открытие подробной формулы пенициллина было в значительной степени обязано применению рентгеновских лучей^{6. 74a}; вторая из задач поставила ученых в тупик и пока еще не решена; в отношении третьей удалось достичь известных результатов. Задача узнать, каким образом химическая молекула нападает на бактерию, значительно превышает по своей важности все остальные, ибо, как только она будет решена, должно оказаться возможным создать молекулу, которая действовала бы столь же хорошо или даже лучше и приготовление которой было бы более легким и дешевым. Сейчас имеются некоторые основания предполагать, что действенность нового средства обусловлена молекулой антибиотика, очень похожего по своим свойствам, но не абсолютно идентичного тому, который служит обычной пищей для бактерии, так что последняя его поглощает и он делает свое дело.

Случайность и плановость в научном прогрессе

Открытие пенициллина часто используется для доказательства того, что важные открытия совершаются случайно. На это утверждение можно ответить, что особое сочетание обстоятельств, обеспечивающее успех, действительно является результатом случая, но этому случаю приходит на помощь создание возможностей, во-первых, для данного открытия и, во-вторых, для его усовершенствования заинтересованными людьми. Стоило только открыть пенициллин, как уже сравнительно легко было заняться поисками других природных веществ, которые могли бы дать те же самые или лучшие результаты, и таким образом была найдена целая новая область антибиотиков—стрептомицин, ауреомицин, хлоромидетин и т. д. и т. п. Однако даже сейчас охота за антибиотиками напоминает скорее золотую лихорадку, чем надлежащим образом проводимую научно-разведывательную операцию. Ученые и финансирующие их фармацевтические фирмы так захвачены стремлением добыть новый антибиотик, что в лихорадочных поисках среди большого множества организмов какого-нибудь эффективного средства они приносят в жертву возможность радикальных открытий в отношении происхождения и способа действия антибиотиков. Характерно для позиции монополистического капитализма по отно-

шению к открытиям, что в то время, как работа над получением пенициллина была в первую очередь проведена английскими врачами и научно-исследовательскими работниками, бесплатно опубликовавшими свои результаты, фактическое производство этого средства гарантируется американскими патентами, и таким образом за каждую единицу пенициллина, использованную на его родине, выплачивается авторский гонорар американским химическим фирмам.

Происхождение болезней недостаточности

Основные черты проблем, связанных со второй группой болезней, были уже приведены при рассмотрении витаминов и гормонов, открытие которых явилось одним из величайших достижений биологии XX века (стр. 467). Из этих исследований начинает вырисовываться более общая картина химического поведения организмов и управления ими. Высшие животные и растения произошли путем эволюции из простых форм, которые, вероятно, были химически столь же самостоятельными в общем смысле этого слова, какими являются сегодня бактерии. Они могли производить все необходимые им сложные вещества из простых неорганических молекул. Когда организмы становились более сложными, некоторые из их клеток прекращали вырабатывать многие специфические вещества, главным образом коэнзимы, подобные витамину B₆, или никотиновой кислоте, равно как и некоторые более сложные гормоны, как, например, инсулин. Это не имело значения, поскольку они выработали в себе также циркуляционные системы, так что несколько клеток, специализировавшихся на выделении этих веществ, могли производить их в количестве, достаточном для всего организма. Животные и некоторые растения, подобные грибкам, пошли дальше: они целиком поглощают в качестве пищи органические вещества—витамины и все прочее, так что им уже не нужно больше производить их самим. Никаких вредных последствий это не имело до тех пор, пока поступление пищи было адекватным, и никаких нарушений в группах специализированных клеток, или желез, не происходило. Но стоило только произойти какому-то нарушению, как другие клетки, утерьявшие химическую эластичность простых организмов, терпели все больший ущерб; слабейшие из них в конечном счете не выдерживали, и животное погибало.

Хронические заболевания как метаболическая недостаточность

После успехов начала столетия в понимании и излечении таких заболеваний внешней недостаточности, как цынга (витамин C) и бери-бери (витамин B) и болезней внутренней недостаточности, как зоб (тироксин) и диабет (инсулин), становилось очевидным, что очень большое число хронических заболеваний были болезнями недостаточности, хотя в некоторых случаях такая недостаточность могла быть результатом ранее имевшей место инфекции. Это открытие послужило стимулом к обнаружению недостающего вещества, которое могло бы нейтрализовать их. В самом недавнем времени были достигнуты успехи в области лечения злокачественной анемии (витамин B₁₂) и артрита (кортизон и АКТГ*). Для того чтобы выяснить, обусловлены ли общее затвердение тканей и артерий или аномальные отложения жира, ведущие к кровоизлиянию в мозг и сердечным заболеваниям, отсутствием каких-либо гормонов или наличием каких-либо токсических веществ в пище^{6,75}, нужна еще большая исследовательская работа.

Успех в этой области может иметь столь же важное значение в XX, какое имел в XIX веке успех в лечении острых инфекционных заболеваний, в особенности потому, что в подавляющем большинстве случаев болезни эти являются болезнями пожилых людей. Среди населения современных промышленных районов большую, чем когда-либо прежде, пропорцию составляют пожилые люди, и если бы старость могла быть освобождена от немощей и преждевремен-

* АКТГ—адренокортикотропный гормон (гормон гипофиза, стимулирующий надпочечники).—Прим. перев.

ной смерти, вызванных хроническими заболеваниями, счастье и трудоспособность людей были бы колоссально умножены. Но в действительной жизни болезни не так-то легко распадаются на категории. Инфекции порождают болезни недостаточности, а эти последние делают субъект более подверженным инфекции. И на то и на другое оказывают влияние условия труда и быта, а также психологическое и общественное влияние. Проблемы здоровья всегда останутся значительно более серьезными, чем что-либо, что могут сделать для их разрешения только медицина и биохимия. И тем не менее без биохимии никакое серьезное их решение невозможно.

Биохимическая промышленность

Успехи биохимии в области медицины и сельского хозяйства породили сейчас, в середине столетия, новую и важную отрасль промышленности—промышленность тонких реактивов (стр. 355). Но то, что мы видели, всего лишь начало. Можно было бы сделать, и сделать быстро, неизмеримо больше, посвятив гораздо более интенсивные усилия исследованию в области хемотерапии и созданию на ее основе промышленности, которая с большим основанием, чем любая другая, должна была бы составлять собственность общества, ибо она определяет здоровье и жизнь людей. Такая промышленность не действовала бы одними только стандартными химическими средствами: она по необходимости принимала бы все более микробиологический характер, будучи связана, с одной стороны, с традиционными промыслами пивоварения и хлебопечения, а с другой—с сельским хозяйством.

11.5. СТРУКТУРА И РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ: ЦИТОЛОГИЯ И ЭМБРИОЛОГИЯ

Биохимия рассматривает жизнь на уровне молекулы, и именно по этой причине она лишь очень поздно вошла в биологию. Только за последние пятьдесят лет, и главным образом через изучение энзимов, химия начала указывать эффективные пути подхода к биологическим проблемам. Первые контакты между биологией и химией оказали неоценимую помощь прогрессу химии, но лишь очень немного внесли в биологию. Доказательства, использованные в «Происхождении видов» Дарвина, не опирались на какие-либо химические знания. Биохимический подход отнюдь не вытеснил более старого, прямого подхода к изучению организмов, а скорее дополнил его и помог в его интерпретации. Методы наблюдения и анатомирования также продвинулись в XX веке далеко вперед, шаг за шагом расширяя пределы поля зрения с помощью микроскопа. Сначала путем одного только наблюдения, а позднее с помощью наблюдения, сочетающегося с опытом, была постепенно раскрыта внутренняя структура клеток. Ядро с его хромосомами, а также такие цитопластичные включения, как митохондрии и пластиды,—все это было изучено как в условиях клетки, находящейся в состоянии покоя, так и—с еще большей ясностью—в делящейся клетке. Интерес к этой области колоссально усилился в 1910 году, когда Морган показал, что хромосомы клетки тесно связаны с наследованием специфических черт, уже предсказанных в теории наследственности Менделя.

Новые микроскопы

Между тем развитие физики привело к созданию ряда новых приборов. На протяжении 60 лет, вплоть до 1940 года, старый оптический микроскоп не претерпел почти никаких изменений. Сейчас же в обращении появился новый и значительно более мощный прибор, а именно—электронный микроскоп (стр. 424). К этому добавились новые изменения, внесенные в обычный микроскоп и фактически стимулированные конкуренцией электронного прибора. Наиболее важными из них явились фазовые и интерферен-

ционные микроскопы, позволившие изучать клетки живыми, в то время как раньше их приходилось предварительно убивать и окрашивать; за этими приборами последовали новые ультрафиолетовые и инфракрасные рефлектирующие микроскопы, которые выявили детали, не различимые иным путем, и которые могут быть использованы также для изучения химического состава клеточных структур.

Они показывают, что клетка представляет собой невероятно сложную, но в то же самое время правильную структуру. Сейчас выясняется, что клетка состоит из совокупности различных еще более мелких частиц, или органелл, структура которых сейчас известна примерно до молекулярных размеров. Некоторые из них содержат нуклеиновую кислоту, хромосомы ядра и микросомы цитоплазмы, играющие некоторую роль в размножении и синтезе белка. Другие, подобно митохондриям, осуществляют, повидимому, энзимо-метаболическую деятельность. Есть еще и такие, которые, как аппарат Гольджи, возможно, управляют делением клеток. Каждая органелла сама имеет внутреннюю структуру, состоящую главным образом из причудливо сложенных бимолекулярных липоидных мембран. Однако наше знание о клетке попрежнему остается на стадии Коперника или Кеплера и, во всяком случае, еще не на стадии Ньютона. Мы можем наблюдать в клетке то, что является видимым; мы можем также наблюдать химические и морфологические изменения, которые происходят в состоящих из этих клеток организмах, однако связь между этими изменениями все еще ускользает от нас. Простое утверждение, что такая связь существует, что характерные черты животных содержатся в хромосомах клеток,—еще не дает объяснения. Если брать его таким, как оно есть, оно может ограничить исследования в поисках новых примеров обоснованности генетических правил (стр. 506 и далее).

Деление клеток и рост

Одним из важнейших разделов цитологии является детальное изучение половых клеток, оплодотворения и размножения клеток для образования нового организма. Интерес к развитию животного из яйца восходит непосредственно к истокам самой науки. В XVIII веке на этот счет высказывались противоположные друг другу точки зрения. На одной стороне стояли преформисты, верившие, что организм во всех его деталях уже заложен в яйце; по другую сторону были эпигенетики, считавшие, что каждый организм создавался заново под действием формирующего духа^{6,110}.

Другой вариант того же спора снова поднялся к концу XIX века между механистами, желавшими доказать, что рост каждого индивида был целиком предопределен, начиная с яйца, и виталистами, считавшими, что каждая часть яйца была потенциально способна дать под влиянием некоего формирующего агента весь организм в целом. Последняя точка зрения одержала верх, когда Дриш (1867—1941) показал в 1891 году, что разделенное пополам яйцо морского ежа давало две совершенно целые личинки, а не две половинки личинок; однако механисты одержали победу, когда в 1900 году Леб (1859—1921) показал, что можно заставить неоплодотворенное яйцо, подвергнув его химической обработке, произвести законченный организм. Некоторые из этих противоречий были устранены, когда в 1931 году Шпеман, Гольфстретер и Мангольд доказали, что известные химические или механические стимулы, будучи применены к недифференцированному яйцу, способны вызвать образование организма как целого; в то же время другие, действуя только на более поздней стадии, когда организм уже начал расти, могут произвести различные его части, такие, как глаз или конечность, или даже дополнительные глаза или конечности^{6,108}. Характер этих «организаторов» попрежнему неясен. Они, быть может, имеют известную аналогию с половыми гормонами, которые, как было обнаружено, могут в период полового созревания вызывать вторичные половые признаки, и изменения эти действительно могут рассматриваться как

эмбриональные изменения, задержанные до значительно более поздней стадии в развитии индивида.

Эти исследования химической эмбриологии, повидимому, показывают, что общее развитие организмов, так же как и их нормальный и анормальный метаболизм, очевидно, контролируется химическими факторами. Вопрос о том, что определяет последовательное появление различных организаторов или гормонов на различных стадиях развития, остается все еще не решенным. Где в организме находится механизм развития как нециклического роста, так и циклических половых изменений? Что механизм этот весьма примитивен, ясно из того факта, что он имеет универсальное распространение и столь же отчетливо проявляется в растениях, как и в животных.

Культуры тканей и органов

На протяжении столетия наблюдалась растущая тяга к экспериментальному изучению роста и дифференциации на всех уровнях. От изучения роста яйца и зародыша оно, с овладением методами культивирования всех тканей и органов Р. Дж. Гаррисоном в 1907 году и Феллом в 1928 году, перешло к изучению высших организмов. Эти исследования показали, что клетки продолжают расти и делиться даже после их удаления из организма и по большей части сохраняют свои характерные черты. Мышечные клетки продолжают оставаться мышечными, костные клетки растут как кость. Существует, повидимому, внутренняя регулирующая система химического характера, контролирующая рост клеток у здоровых животных и не позволяющая им мешать друг другу.

Рак

Такие исследования ведутся теперь главным образом в связи с попыткой борьбы с третьей группой болезней, болезнью нерегулируемого роста. Под общим названием рака эти болезни все больше терроризируют человечество, в особенности людей, живущих в промышленных цивилизациях, где из-за большей средней продолжительности жизни значительная часть населения страдает раком. Между тем раковые заболевания отличаются от других болезней тем, что, по крайней мере в своей начальной стадии, они являются строго локализованными. Рак—это заболевание клеток, передающееся от клетки к клетке и, повидимому, распространяющееся по всему телу, главным образом посредством переноса клеток, при размножении которых образуются характерные для этой болезни злокачественные опухоли. Пораженной оказывается не столько клетка как целое, сколько ее ядро, что ведет к неправильным делениям клеток, которые обычно являются исключительно многочисленными.

Средства для лечения рака, в медицинском смысле, еще не предвидятся, за исключением такого успешного хирургического вмешательства, как удаление пораженной части, когда это представляется возможным. Тем не менее знание природы раковых заболеваний движется вперед настолько быстро, что вполне вероятно, что в довольно близком будущем может быть достигнут какой-то определенный контроль над ними. Однако это будет возможно только в том случае, если исследование и применение результатов исследования раковых заболеваний будут проводиться значительно более энергично, организованно и научно, чем это имеет место сейчас. Конечно, совершенно естественно, что, когда речь идет о столь ужасной болезни, усилия должны быть направлены в первую очередь на ее излечение и уже во вторую очередь—на понимание того, что же фактически происходит, однако такая точка зрения является весьма близорукой. Контроль и понимание одинаково важны. «Практика без теории слепа, теория без практики—мертва».

Новые линии наступления

В фундаментальной научно-исследовательской работе, направленной на разрешение проблемы рака, намечаются три линии, сходящиеся, повидимому,

к одной точке зрения. Уже давно известно, что раковые заболевания вызываются определенными химическими веществами: еще в XVIII веке оригинальные наблюдения Джона Хантера (1726—1797) над раковыми заболеваниями трубочистов указывали, что одним из таких веществ являются продукты дегтя, и эта гипотеза действительно нашла свое подтверждение. Действие подобных же агентов подозревается и в кажущейся связи между курением и раком. Если рак может быть вызван химическими веществами, то вполне возможно, что с их же помощью он может быть и излечен. Подлинная проблема состоит в том, чтобы доставить это химическое вещество туда, где оно сможет оказать наибольшее воздействие на раковые клетки, не причинив при этом вреда здоровым. Лечение, которое в течение долгого времени применялось без особого понимания его действия, состояло в облучении больного рентгеновскими лучами и радием. Как показывают сейчас работы Ли, Боне-Мори, Магà и других, такие излучения действуют не непосредственно, а создавая химические радикалы большой силы, подобно ОН, которые оказываются более эффективными в подавлении быстро делящихся клеток, чем обычные^{6, 99}. Более рациональный подход в том же направлении может дать одно из решений раковой проблемы.

Во-вторых, соединения, вызывающие раковые заболевания, тесно связаны с некоторыми гормонами, в особенности с половыми гормонами, которые сами вызывают размножение клеток; и по крайней мере один тип рака—рак предстательной железы у мужчин—действительно был излечен с помощью этих гормонов. В-третьих, рак очень тесно связан с известными видами вирусных заболеваний; фактически трудно обнаружить, где заканчиваются вирусные заболевания и начинаются раковые, особенно при раковых заболеваниях у животных. Таким образом, изучение рака тесно связано как с биохимией и цитологией, так и с изучением вирусов; и только при условии очень значительного расширения и планирования исследовательской работы во всех этих областях, без какой-то обязательной связи с проблемой рака, можно с уверенностью рассчитывать на ее решение.

11.6. ОРГАНИЗМ КАК ЦЕЛОЕ И ЕГО МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Одним из предметов наиболее ожесточенных споров между механистами и виталистами, достигших в XX веке своей критической стадии, явилось понимание организма как целого. Это другой аспект старого конфликта между сторонниками идей и материи, начало которого восходит непосредственно ко временам греков. Точка зрения Пифагора—Платона заключалась в том, что каждый организм, как индивид, должен иметь нечто соответствующее этой индивидуальности—душу, психику или дыхание жизни (стр. 105). Это—старое магическое представление, рационализированное греками и переданное арабами в современную науку. Те, кто, подобно ранним буддистам, не видели никаких свидетельств существования души, хотели найти какую-то другую понятную причину единства и кажущейся целесообразности животных. Решение этого вопроса, которое в эпоху Возрождения напрашивалось само собой и пылким защитником которого был Декарт, состояло в том, что животные представляют собой машины. Люди же считались, конечно, иными: они обладают рациональной душой, вложенной в них богом (стр. 244).

Витализм и механицизм

В современной науке различие между этими двумя мировоззрениями имело с точки зрения философии фундаментальный характер. Вера в существование души объясняла поведение, удовлетворительное само по себе и не нуждавшееся в дальнейшем исследовании, поскольку любое действие тела как целого приписывалось деятельности души, которая как нечто духовное выходила

за пределы научного изучения. Но чтобы объяснить это поведение, не прибегая к помощи души, нужен был значительно более тщательный анализ работы машины тела, что вызывало необходимость в экспериментальном его исследовании. На практике же различие это было более кажущимся, чем действительным: хотя виталисты и не нуждались в объяснениях для своих целей, им, тем не менее, приходилось изучать живые организмы для доказательства того, что истолкование деятельности этих организмов механистами было порочным; они непрерывно обращались к своим противникам с новыми аргументами, что служило мощным стимулом для дальнейших открытий механистической школы. Дело в том, что с XVII века и чуть ли не до конца XIX знание физиологии животных не настолько продвинулось вперед, чтобы обеспечить какое-нибудь действительно рациональное объяснение деятельности организма животного как целого, и поэтому оставляло возможность для спиритуалистического объяснения (стр. 218).

Исследования XX века много сделали для обеспечения рационального материалистического объяснения деятельности организмов. Обслуживание жизненных функций животного—дыхания, пищеварения и выделения—рассматривалось греческими учеными как дело низшей растительной души в противоположность более благородной, животной душе, управлявшей внешним движением (стр. 131). Никакого лучшего объяснения не могло быть предложено вплоть до XIX века, и даже сейчас картина эта остается во многих отношениях неясной. И тем не менее с помощью наблюдения и эксперимента многое уже выяснено.

Дыхание и пищеварение

К более старому импульсу, исходившему от медицины, добавилась за последние годы новая тенденция, выросшая из потребности преодоления ненормальных условий, с которыми некоторым лицам приходилось сталкиваться в этом механизированном и милитаризованном мире. Изучение пределов сопротивляемости организма давлению воды при плавании под водой и кислородному голоду при полетах на большой высоте или подъеме на высокие горы привело к интенсивным исследованиям функции дыхания, щедро финансируемым из государственных фондов и имевшим целью сохранить жизнь заваленным в шахтах горнякам или экипажам подводных лодок и самолетов. Дж. С. Холдейн (1860—1936) и его сын Дж. В. С. Холдейн с помощью количественных измерений и героических экспериментов, объектом которых были они сами^{8 95}, исследовали пределы человеческой выносливости по отношению к различным концентрациям газов и дали рациональную картину того, каким образом организм справлялся со значительными изменениями условий, в которых он находился. Картина эта оказалась настолько сложной, охватывая собой деятельность легких, сердца, нервов и мозга, что Дж. С. Холдейн был вынужден прибегнуть к объяснению ее действием сверхъестественных сил, хотя сын его нашел эту картину одинаково совместимой с материализмом.

Изучение пищеварения, проводившееся на протяжении ряда веков от случая к случаю, получило два новых импульса: один, о котором уже упоминалось выше,—со стороны биохимии, другой—из экспериментальной физиологии. Биохимические методы разрешили вопрос о последовательном разрушении пищевых материалов ферментами птиалином, пепсином и трипсином и о поглощении продуктов пищеварения слизистой оболочкой кишок, а также об их последующем преобразовании и отложении в печени. Все это отдельные химические операции, которые могут быть изучены в изолированных препаратах. Чтобы понять, как они координируются друг с другом, необходимо изучать животное в целом.

Павлов

Именно это и сделал в 1897 году Павлов (1849—1936), открыв новую эпоху в физиологии. Дело было не только в том, что он наблюдал и экспериментиро-

вал; здесь Павлов следовал по стопам Спалланцани (1729—1799) и Бомона (1785—1853). Значение его работы состоит скорее в планировании и проведении им нового типа систематизированного, количественного физиологического исследования, пионером которого он был. Гениальность Павлова заключалась в том, что, используя опыт для нахождения ответа на какой-то специфический вопрос, он умел одновременно отмечать и проследить еще ту или иную побочную реакцию. Именно таким образом определение скорости выделения желудочного сока привело его к открытию условного рефлекса, о чем подробнее будет сказано ниже. Он установил, что пищеварение—не просто химическая стряпня в желудке, а в высшей степени сложная реакция всего животного на сигналы, поступающие от желудка, рта, носа и глаз, благодаря связи желудка как с центральной, так и симпатической нервными системами. Единство организма заложено в самой его структуре, которая также является продуктом длительной эволюции.

Подобного же рода открытия, основанные на клинических, экспериментальных и биохимических исследованиях, были сделаны и в изучении других функций организма, причем были раскрыты все более сложные взаимодействия. Такое обнаружение сложности этого механизма не является шагом назад, ибо каждое новое открытие углубляет понимание его и усиливает контроль над ним. Так, например, при изучении сравнительной биохимии выделения Нидхэм^{6,110} доказал эволюционную последовательность этого процесса. Азот выделяется у простых животных, живущих в воде, в виде легко смываемого здесь аммиака. У большинства более крупных животных, включая млекопитающих, он выделяется в виде относительно нерастворимой мочевины, которая может накапливаться без вреда тканям. Конечную стадию представляет собой образование у пресмыкающихся и птиц почти нерастворяющейся мочевой кислоты, которая, как он предполагает, вырабатывается в них с целью экономии очень ограниченного запаса воды, которой они располагают для своего развития внутри яйца.

Эндокринология

Наиболее важным из всех последних достижений явилось изучение действия эндокринных органов—беспроточных желез, вырабатывающих уже рассмотренные выше гормоны (стр. 479). Эти железы не представляют собой обособленных единиц; они сами реагируют на другие химические и нервные стимулы; это—химические регуляторы всего организма в целом. В их функции входит не только нормальное обслуживание и рост организма, но также и реакция на внутренние и внешние раздражения. Одним из первых наблюдавшихся действий этого рода было действие гормона адреналина, выделяющегося при испуге или гневе и побуждающего весь организм к действенной реакции—бегству в одном случае, к драке—в другом.

Дальнейшие исследования, в частности в области половых гормонов, показывают, что механизмы химического контроля являются значительно более сложными. Каждый отдельный гормон не только обладает специфичным для него действием, но также вступает в реакцию с другими гормоно-производящими железами и стимулирует их к усилению или ослаблению их собственной выработки гормонов. В самом деле, существует, повидимому, общий гормон, или эндокринная система, химически управляемая из гипофиза, находящегося у основания головного мозга, который может отдельно высылать до десятка различных гормонов, воздействующих на другие железы в различных частях тела. Кроме того, нервная и эндокринная системы находятся в состоянии непрерывного и сложного взаимодействия. Гормоны воздействуют на эмоции, а эмоции в свою очередь—на выработку гормонов.

Создается впечатление, что организм содержит две *системы связи*, дублирующие одна другую,—медленную, почтовую систему химических посланий и быструю, телеграфную—нервных. Последняя была, вероятно, развита допол-

нительно или же обе они были выработаны бок о бок друг с другом. Во всяком случае, становится очевидным, что функциональное единство организма не является следствием простой механической сборки его частей. Причиной обращения к примитивным управляющим агентам—духам, или энтелехиям (стр. 218),—была попытка объяснить поведение организма с точки зрения общественной иерархии, то есть классового общества, как это показывает нам басня о мятеже в желудке в «Кориолане» Шекспира. Современная наука не может, оставаясь наукой, использовать какие-либо из этих представлений; она должна стремиться раскрыть структуры и процессы, обеспечивающие единое-образное функционирование организма в окружающей его среде, и рационально объяснить этот организм с точки зрения его эволюции.

Деятельность нервной системы

До сих пор мы говорили только об относительно медленных вегетативных процессах в организмах. В их непосредственной реакции на окружающую среду на помощь им призывается весь комплекс органов чувств, нервная система и мышцы. Изучение этой системы восходит, как мы видели (стр. 110), непосредственно к самым истокам науки, но исследования XX века значительно продвинули наше понимание ее. К концу XIX века нервная система человека и множества различных типов животных была нанесена на анатомические карты и с помощью опытов на животных, путем наблюдения местных нарушений движений и ощущений, связанных с болезнями или повреждениями различных ее частей, установлены главные ее связи. Было показано, что у животного и вышших позвоночных она состоит из центральной нервной системы, идущей из мозга и обеспечивающей главным образом сознательное ощущение и произвольные движения, и менее централизованных симпатической и парасимпатической систем, обуславливающих важные, но бессознательные движения и секрецию внутренних органов.

Электрическая природа нервного импульса

Тем не менее в начале XX века то, каким образом передавались сигналы и как они взаимодействовали между собой, попрежнему оставалось в значительной мере неизвестным. Без современных биофизических и биохимических методов было бы, безусловно, невозможно понять что-либо касающееся их структуры и происходящих здесь процессов. После 1926 года Эдриан и другие, используя электронные усилительные системы, смогли доказать, что нервный сигнал состоит из электрических импульсов одинаковой силы, частота которых вплоть до определенного предела пропорциональна силе начального стимула. Поэтому нервы могут передавать сведения только в отношении количественной стороны импульса, а заключения о его специфическом качестве, таком, как цвет, тон или ощущение, должны выводиться из положения каналов, по которым направляется сигнал.

Этот анализ имел огромное влияние, и будет иметь еще большее, на наше понимание мышления и сознания. Большое число нервных сигналов вообще никогда не достигают сознания, но они не являются некоординированными. Многие связаны друг с другом в рефлекторные дуги, где определенное ощущение автоматически порождает определенное движение. Одним из великих достижений XX века была начатая Павловым в 1897 году работа, показавшая, что эти рефлексы не являются совершенно независимыми от мышления, но могут быть связаны друг с другом и изменены сознанием^{6,167}. Экспериментальное изучение условных рефлексов знаменует высший уровень подхода к психологическим процессам с точки зрения физики.

Как позднее показали Бухтал, Ходжкин и др., движение электрического потенциала действия в нервном импульсе в основном обусловлено распространением состояния электрической поляризации вдоль мембраны посредством переноса металлических ионов с одной стороны на другую,

И, наоборот, было установлено, что действие нервных импульсов в возбуждении движения или в получении ощущения является по своей сущности химическим. Как показали в 1929 году Дейл и Дадли, приход электрического импульса к нервному окончанию или к связывающему два нерва синапсу вызывает выделение химического вещества—адреналина, или ацетилхолина, в свою очередь возбуждающего клетку, которая должна передать этот импульс дальше.

Нервные связи и электронные системы

Изучение взаимосвязей нервных импульсов, особенно в головном мозгу, все теснее связывает биологические исследования с новейшей физикой, в частности электроникой. В 1928 году Бергер открыл передачу волн электрического потенциала между помещенными на голове пациента электродами. Это привело к созданию еще более чувствительных *электроэнцефалографов*, весьма ценных в диагностике и лечении заболеваний мозга, например эпилепсии. В руках таких исследователей, как Грей Уолтер, это открытие также начинает проливать свет на электрические явления, сопровождающие восприятие и мышление^{6.66}.

Много нового дало изучение мозга более простых существ. Изучение Дж. З. Юнгом мозга осьминога, наиболее разумного из моллюсков, начинает раскрывать кое-что о соединительной схеме, которая преобразует импульсы, полученные от органов чувств, в сокращения мускулов, определяющих движение^{6.182}.

Здесь оказалось трудным избежать аналогии между мозгом и сервомеханизмами и счетными машинами, которые сейчас так быстро совершенствуются инженерами-электриками (стр. 423). Там мы находим три главных формальных элемента: *кодировщика*, который переводит поступающие послания в форму, пригодную для машины, саму *машину*, включая *запоминающее устройство* для хранения информации, не подлежащей немедленному использованию, и *декодировщика*, который переводит послания машины в какое-то внешнее действие. Эти элементы, в грубых чертах, соответствуют *органам чувств*, *мозгу* и мускулатуре или другим *эффекторным органам*. Создается впечатление, что электронные счетные машины сами представляют собой крайне упрощенные варианты или аналоги структур и активных связей, уже твердо установившихся в мозгу даже совершенно примитивных животных и достигших значительно более высокой степени сложности в мозгу человека. Никто еще не может, например, сконструировать машину, которая делала бы то, что мы делаем совершенно автоматически в акте признания одинаковости предмета, когда он вращается вокруг нас, придвигается к нам или отодвигается от нас. В принципе это автоматический механизм для распознавания комплексного сигнала с известным допуском искажения. Это, конечно, не означает, что мозг представляет собой счетную машину, подобно тому как глаз не есть фотоаппарат. Но это значит, что мы можем многое познать из аналогий между естественными системами, развивавшимися на протяжении долгого периода времени и приобретшими большую степень восприятия и способность к более точному анализу своего окружения, а следовательно, и большую степень контроля над ним, и искусственными системами, сознательно построенными для расширения способностей человека в обоих этих направлениях^{6.66}.

Поведение животных

Другой подход к проблемам внутренней координации животных был развит в основном в XX веке посредством научного изучения поведения животных. Благодаря главным образом Павлову это изучение было связано с исследованием нервных механизмов. Поведение животных изучалось человеком на протяжении колоссально длительного периода, и, быть может, наиболее интенсивно в древнекаменном веке, когда человек начал за ними охо-

тяться, и в начале нового каменного века, когда он впервые стал приручать их. В последующие времена такое познание стало традиционным, и интерес к новым его аспектам снизился. Из утилитаристского оно стало сначала магическим, как просто одно из многих средств предсказания будущего, а затем морально-поучительным, как, например, в баснях о животных классических времен и в бестиариях средневековья с их отважными львами, хитрыми лисами и самоотверженными пеликанами.

Наконец, в Викторианскую эпоху оно приняло просто анекдотичный и sentimentalный характер, и объектами его стали комнатные животные и спорт. Развитие серьезного количественного изучения поведения животных задерживалось главным образом потому, что считалось, что здесь нечего объяснять. Считалось, что животные, у которых отсутствует разум, должны все делать инстинктивно. В действительности же целый новый мир ожидал своего раскрытия. И здесь также Дарвин со своими этюдами о «Выражении эмоции у человека и животных»^{5, 21} выступил как пионер.

Инстинкт и рефлекс

Экспериментальное изучение поведения животных началось работой К. Л. Моргана (1852—1936) о том, каким образом животные, начиная от цыплят и крыс и кончая обезьянами, реагируют на известные условия и пытаются разрешить известные проблемы. Трудность заключалась в изыскании условий, достаточно похожих на те, которые были привычными для животного, и достаточно простых, чтобы поддаваться управлению и интерпретации. Первые результаты, в особенности те, которые были получены Уотсоном в Америке и Келером в Германии, отражали скорее психическую деятельность исследователей, чем животных. Первый нашел, что поведение животных носит чисто случайный характер, второй—что оно является разумным. На этих выводах они обосновали две радикально различные теории: Уотсон совершенно обошел психическую деятельность, последовал по прагматической линии и утверждал, что единственное, что имеется как у людей, так и у животных,—это стимул и соответствующее поведение; Келер вложил в ум животных новые унитарные построения—«гештальты», что весьма любопытно напоминает «идеи» Платона.

В более поздней и критической работе было сделано новое начинание в исследовании области интереса различных животных и кое-чего из деятельности наиболее важной из психических способностей: способности заучивать путем опыта. *Усвоение* предполагает память, однако это нечто значительно более совершенное. Полученный опыт должен накапливаться, сравниваться и отбираться; и прежде чем может быть установлена усвоенная схема поведения, должны быть проведены новые опыты. Однако даже это может быть элементарно имитировано электронными машинами, как это показано в книге Грея Уолтера «Г-н Спекулатрикс и г-н Доцилис» (Г-н Размышляющий и г-н Понятливый).—*Перев.*)^{6, 66}.

Язык животных

Сейчас благодаря сочетанию тщательного наблюдения и тонко продуманного опыта становится возможным объяснить поведение животных в естественном состоянии, в том числе их спаривание, заботу о молодняке, их связи с другими представителями их собственного или других видов. Подобные исследования безусловно начинают занимать место старого естествознания, построенного на анекдотах, и удовлетворять древнее как мир желание изучить язык животных, который оказывается хотя и примитивным по сравнению с нашим, но все же достаточно сложным. Из работ таких наблюдателей, как Тинберген^{6, 122}, оказывается, что схемы поведения, необходимые для передвижения или кормления, могут быть перемещены, видоизменены или преувеличены, чтобы выразить какой-то смысл и продиктовать соответствующее по-

ведение другим животным. Так, пение птиц может призывать самца (самку) или предостерегать соперников.

Даже пчелы, как показали чудесные исследования фон Фриша, имеют собственный язык, который выражается в танцевальных движениях, имеющих целью указать направление к источникам меда и расстояние до них. Общественные животные, как и следовало ожидать, почти все имеют какого-либо рода язык. Подобное изучение имеет величайшую важность в связи с тем, что оно проливает свет не только на нервные механизмы, но также и на происхождение и природу человеческого общения и того общества, которое оно образует и связывает воедино (стр. 535). По той же причине попытки интерпретировать поведение животных, даже простейших, встречают трудности, которые заключаются не только в его логической сложности. В этой пограничной области трудно устранить следы человеческого мышления и языка, тем более потому, что, как будет доказано в следующей главе, они связаны с религиозными и политическими предрассудками.

Душевные болезни. Психология и психиатрия

Эти соображения еще больше относятся к прогрессу в последней и наиболее трудной отрасли медицины—отрасли, связанной с душевными заболеваниями, которые могут проявляться как в психической, так и в физической форме. Последние 50 лет явились свидетелем огромного интереса к этой области при отсутствии, однако, сколько-нибудь надежного прогресса в ее изучении. Вокруг нее поднимались ожесточенные споры, она стала модной темой разговоров. Многие упорно утверждали, что работа Фрейда была столь же эпохальной, какой явилась работа Эйнштейна в XX веке. Она действительно оказалась такой, в негативном смысле, поскольку очистила психологию от большого количества философского сора. Однако то, что она поставила на его место, были просто новые словесные построения *ad hoc*—бессознательное, Id, комплексы и вытеснение,—которые вошли сейчас среди интеллигенции капиталистических стран в быт (стр. 613 и далее). Эта метафизическая база для психологии не была обоснована какими-либо надежными экспериментальными доказательствами. В лечении душевных болезней фрейдистская психология, в ее первоначальной форме или в одном из ее вариантов, не оправдала возлагавшихся на нее вначале надежд, хотя она и давала утешение тем, кто мог себе позволить заплатить за такое лечение. О ее несостоятельности свидетельствует более современная мода на сильнодействующие физические методы лечения психического расстройства, такие, как токовая терапия или даже префронтальная лобэктомия, при которой удаляется часть мозга, ведающая главным образом общественным опытом, в расчете на то, что без нее оставшаяся часть будет работать лучше.

Причина этой сравнительной неудачи, несмотря на усиленный интерес, возбужденный в области психологического лечения, основательна. Человеческая психика не представляет собой ни, с одной стороны, просто набора нервных связей, ни, с другой—набора бесплотных энтелехий—духов, инстинктов, комплексов. Это—средство, выработавшееся у человека не само собой, а как результат его жизни в обществе, для общения с окружающей его средой, которая сама становится все более общественной. По этой причине психология, взятая в отрыве от экономического и политического базиса общества, неизбежно пойдет по неправильному пути. Другой возможный путь—в связи с тем, что по существу своему он входит в область общественных наук—будет рассмотрен в следующей главе.

1.7. НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ЭВОЛЮЦИЯ

Остальные разделы биологии, в области которых в XX веке наблюдался прогресс, а именно разделы, касающиеся проблем наследственности, эволюции

и экологии, теснее связаны с сельским хозяйством, чем с медициной. В XIX веке широким кругом различных видов животных и растений попрежнему интересовались главным образом коллекционеры и естествоиспытатели, занимавшиеся в первую очередь систематизацией флоры и фауны экстенсивно, путем обширных исследований, и интенсивно, с помощью микроскопа. Даже революционизирующее влияние эволюционной теории Дарвина не сразу изменило эту тенденцию. Первым ее последствием было направление биологического усилия по тому же самому естествоиспытательному руслу с тем, чтобы внести в коллекционирование какой-то порядок, обеспечить жизнь, так сказать, родословным деревом. Между тем практика сельского хозяйства продолжала следовать своим традиционным путем, где наука оказывала ей помощь только в смысле обеспечения ее сельскохозяйственными машинами, удобрениями и некоторыми средствами лечения животных. Задача совершенствования методов животноводства была предоставлена практикам, энтузиастам-любителям и знатокам этого дела.

Борьба за улучшение пород растений и животных

Однако к концу XIX века, когда полемика по вопросам дарвинизма уже теряла свою остроту, у практического животноводства совершенно неизбежно возникла новая потребность в науке и соответственно возрос интерес к вопросам наследственности. К этому времени стало очевидным, что открытие прерий Западного полушария для выращивания пшеницы, Австралии—для овцеводства и новых империй, выкроенных в Африке и Азии,—для разведения тропических культур неотложно требовало чего-то лучшего, чем то, что могли дать старые методы растениеводства и животноводства, шедшие ощупью, наугад. Что же касается науки, то, поскольку она уже установила главные линии эволюции, интерес ее начал сосредоточиваться на механизме хода эволюционного процесса. Законы наследственности стали приобретать новое значение. Сейчас, хотя мы и не понимаем, как из яйца или семени вырастают лягушка или дуб, мы все же можем быть достаточно твердо уверены в том, что из них действительно вырастет.

Однако потомки не абсолютно сходны со своими родителями; некоторые представители потомства обычно бывают крупнее или в известных отношениях полезнее человеку, чем другие, и такие особи еще с самой зари истории использовались для дальнейшего разведения. Было бы абсурдным ожидать законченного объяснения явлений наследственности, прежде чем будут сформулированы временные законы, которые позволят нам научиться управлять этими явлениями. Именно так это и было в истории генетики, которая лишь очень поздно развилась в самостоятельную отрасль науки и в которой практика намного опередила теорию. Целенаправленное разведение растений и животных началось, повидимому, еще на самой заре земледелия и животноводства. Так, например, племенное разведение лошадей, как стало известно из документов, восходит еще к 2000 годам до н. э., и несомненно, что основные методы преобразования видов для практических или спортивных целей прочно утвердились, хотя бы даже и на чисто эмпирических основах, с самых первых дней цивилизации.

Дарвин и изменчивость

Поскольку не только животные, но и люди дают новое поколение и поскольку установление классовых и расовых различий в обществе связано с наследственностью, религиозные и политические соображения вносили и постоянно продолжают вносить путаницу в проблемы генетики. Самое слово «наследование» или «наследственность» связано с понятием передачи собственности по наследству, которое является общественным по самому своему существу. Употребление этого слова предполагает, что даже при биологическом наследовании передается что-то материальное и идеальное, подобно подбородку Габсбургов вместе с правом на Священную Римскую империю.

Теория эволюции Дарвина уделила большое внимание принципам изменения наследственности, однако фактически породила значительно больше трудностей, чем разрешила эту проблему. Дарвин полагал, что виды могут изменяться под воздействием внешней среды и что отбор оказывает свое влияние на эти изменения. Он был до известной степени последователем Ламарка в том смысле, что считал, что внешняя среда непосредственно влияет на такое изменение. Удивительное приспособление организмов к самым различным условиям внешней среды указывало на наличие подобного формирующего влияния. Представления Дарвина о наследственности не дали, однако, непосредственных результатов в значительной степени потому, что не имели под собой количественной экспериментальной основы. Казалось невозможным практически показать, как происходят изменения и как они закрепляются в последующих поколениях (стр. 360).

Наследственность, класс и раса

Хотя сам Дарвин заимствовал многие свои материалы у животноводов, как профессионалов, так и любителей, его последователи, придерживавшиеся более академической точки зрения, утратили контакт с ними. Убеждение в том, что улучшение породы скота имеет огромное значение, было, несомненно, не новым и оказывало существенную поддержку аристократической феодальной системе, однако вплоть до XIX века она не вызывала необходимости в научном ее обосновании. Когда потребовалась поддержка против радикального течения конца XIX века, наука была призвана на помощь под знаменем движения евгеники. Своим первоначальным успехом она была в значительной мере обязана Гальтону (1822—1911), богатому любителю с хорошими связями (кстати сказать, Гальтон приходился Дарвину двоюродным братом), и Карлу Пирсону, математику и философу-позитивисту, который был чуть ли не первым, кто применил к проблемам биологии математику (стр. 566). Оба они были существенно заинтересованы в научно обоснованном оправдании моральной позиции буржуазии и аристократии, пошатнувшейся под воздействием эгалитарной социалистической агитации, с помощью доказательства того, что классы эти генетически превосходят низшие классы. В руках людей более низкого происхождения те же самые аргументы могли бы быть использованы для доказательства превосходства белых рас над цветными или нордических рас над другими белыми расами и в особенности над евреями.

Вейсман и вечность зародышевой плазмы

Учение о неизменности видов и наследственности получило в конце XIX века новое подкрепление со стороны Вейсмана (1834—1914), который, основываясь на неоднократных неудачных попытках выработать такие свойства, которые стали бы передаваться по наследству, выдвинул формалистическую теорию о непрерывности зародышевой плазмы—своего рода семейной реликвии, передаваемой от родителей к детям в полном объеме и претерпевающей изменения только в результате смешения, неизбежно вызываемого половым размножением. Согласно этой точке зрения, живой организм, или фенотип, является только одним из многих преходящих проявлений бессмертного генотипа. Для XIX века это означало чуть ли не полное возвращение к представлениям преформизма XVII века. Вейсманизм действительно превращал эволюцию в бессмыслицу, поскольку предполагал, что потенциальные свойства и признаки всех животных и растений были налицо уже в первом зародыше и нуждались только в рассортировке. Дальнейшую поддержку учение о первостепенной важности наследственности получило в 1856 году из полевых опытов Вильморена (1816—1860) и в 1903 году от Иогансена (1857—1927); они показали, что обычные сельскохозяйственные культуры состоят из отдельных растений с очень различной наследственностью, но что при тщательном узкородственном размножении и отборе возможно вывести чистые линии, которые, в принципе, продолжают вечно давать породистый приплод.

Прерывность наследственности. Возвращение к законам Менделя

До тех пор, однако, пока изменения в наследственности рассматривались как непрерывные, вся работа в этой области оставалась по необходимости чисто описательной и не могла быть связана с остальной частью биологии. Признание существования скачкообразного развития изменило это положение. Бетсон (1861—1926) заявил в 1894 году, что значение в эволюции имели скорее именно эти резкие изменения, чем неопределенные постепенные переходы^{6.542}. В 1901 году де Фриз (1848—1935) открыл резкие изменения—*мутации*—у ночной красавицы. Оба они подтверждали проводившиеся между 1857 и 1868 годами опыты, а также и закон Менделя (1822—1884), опубликованный в 1869 году и не признанный в свое время, которые Бетсон и Фриз воскресили и дополнили. Изучая горох в своем монастырском саду в Брно (Чехословакия), Мендель показал, что многие признаки и свойства передаются при половом размножении своеобразно простым способом, который в его понимании указывает на существование определенных единичных факторов, обуславливающих такие явления, как окраска у цветов или морщинистость семян. Вначале казалось, что большое преимущество этих *генов*, или теории передачи наследственности через некие единицы, состоит в том, что по самой сути своей она является простой и математической. Однако здесь, конечно, существовала опасность, сразу не замеченная, что всякое изучение может быть в таком случае ограничено исследованием лишь тех признаков, которые показывают эти простые отношения, и что теория, объясняющая какую-то часть наследственности, должна была мыслиться как объясняющая всю эту проблему в целом.

Морган. Гены и хромосомы

Простые законы Менделя стали выглядеть еще более правдоподобно, когда была установлена связь между единично-генетическими признаками и хромосомами, которые наблюдались в ядрах делящихся клеток. Это явилось в основном работой Т. Моргана в Америке. Начав ее в 1910 году, он подробно изучил весь комплекс изменений плодовой мушки—дрозофилы (*Drosophila melanogaster*), которая обладает тем преимуществом, что очень быстро размножается и что содержать ее очень легко. Простота и точный математический характер теории генов стимулировал огромное количество исследований, связывавших мельчайшие особенности этой мухи со строением ее хромосом.

Это привело к открытию того, что различные признаки, которые часто передаются по наследству совместно, могут соответствовать известным частям хромосомы, также находящимся рядом; иными словами, что хромосома соответствовала картине всего развития признаков, расположенных в линейном порядке. В связи с этим было выдвинуто предположение, что каждому унаследованному признаку, проявляющемуся во взрослом организме, соответствует материальная частица, *ген*, в одной из хромосом его родителей. Каждая клетка каждого организма содержит набор пар хромосом, по одной от каждого из родителей, и поэтому должна обладать парой генов для каждого признака. Процесс выведения определенной породы или сорта, следовательно, сводится к различным способам перетасовки и распределения генов потомка. Если какой-нибудь признак родителя не проявлялся у потомка, то предполагалось, что ген отсутствовал или был подавлен более сильным или господствующим геном другого родителя. Хотя предполагалось, что гены представляют собой материальные тела, это предположение в действительности выводилось из их размещения в хромосоме.

Естественные и искусственные мутации

С течением времени генетика дрозифилы и некоторых других организмов была разработана в мельчайших деталях. Гены, повидимому, не были вполне устойчивыми. Уже в 1900 году де Фриз заметил, что время от времени и совершенно неожиданно проявлялись новые признаки даже у потомков, полученных

от родителей, состоящих между собой в родстве. Между тем наличие этих *мутаций* наводило на мысль, что гены подвержены случайным изменениям и что их появление может обуславливаться внешними обстоятельствами.

Это было подтверждено Мёллером, который показал в 1927 году увеличение производства мутантов с помощью рентгеновских лучей. С тех пор было показано, что другие агенты, как, например, особые химикалии, вроде колхицина, также вызывают мутации.

Эти наблюдения, имевшие в то время несколько академический или в лучшем случае агрономический интерес, с тех пор приобрели жизненно важное значение для человечества, в связи с возникновением подобных мутаций в растениях, животных и людях под влиянием излучения, испускаемого при взрывах атомной и водородной бомб, и радиоактивных осадков. Значительное число таких мутаций уже, очевидно, возникло в Японии в 1945 году и позднее, хотя они распространились еще значительно дальше как следствие испытаний этих бомб.

Влияние излучения на организмы

Тревога, вызванная в частности последствиями испытания водородной бомбы, выявила ограниченность наших знаний о воздействии ионизирующих излучений всех видов на организмы, и сейчас в этой области ведется энергичная исследовательская работа. Большие дозы излучения, подобные тем, которым случайно подвергается человек в процессе работы с ядерными реакторами или в результате взрыва бомбы или выпадения радиоактивных осадков, вызывают во всех клетках бурные реакции, обусловленные, видимо, общим нарушением обмена веществ клеток под влиянием большого количества радикалов ОН, препятствующих течению ферментативных реакций. Создается впечатление, что при более низких, но все еще значительных дозах излучения наибольшее действие испытывают и делящиеся клетки, чем объясняется важная роль ионизирующих излучений при их локализации для борьбы с раком.

Генетические последствия атомной войны

При общем облучении организма—как в случае жертв атомных бомб—затрагиваются наиболее быстро делящиеся клетки тела, в частности защитные белые кровяные тельца крови, а при еще меньших дозах—главным образом клетки, производящие красные кровяные тельца, что ведет к лейкемии и смерти, зачастую наступающей лишь спустя несколько лет.

При еще меньших дозах в нормально делящихся клетках происходит только минимальное изменение, но в специфическом случае зародышевой клетки результатом может быть мутация, которая, когда она является рецессивной, может не проявиться в потомстве, если только несущее ее лицо не вступит в брак с другим индивидуумом с той же самой мутацией, что рано или поздно должно произойти в зависимости от этого дефекта у населения и степени распространенности здесь браков между кровными родственниками. Влияние испускаемого при взрыве атомных бомб излучения может быть определено лишь очень приблизительно, что обусловлено недостаточным размахом исследовательской работы в этой области. В силу отсутствия существенно важных данных о количестве и характере бомб, которые могли бы быть взорваны, невозможно судить о полном объеме генетических нарушений у лиц, переживших атомную войну. На первой фазе наблюдалось бы преобладание выкидышей и случаев рождения уродов. В будущем дефекты, обусловленные комбинациями рецессивных генов, стали бы проявляться среди сократившегося в своей численности населения с большей частотой на протяжении еще сотен поколений и спустя много лет после того, как всякие следы радиоактивных излучений уже давным-давно исчезли бы из мира. Эти вредные последствия, конечно, не ограничились бы одними людьми. Было бы неизбежным также

уродливое потомство у животных и растений, и должно было бы пройти много тысячелетий, прежде чем удалось бы достичь какого-то генетического равновесия.

Последствия экспериментальных взрывов достаточно плачевны уже на настоящем их уровне. Официальные сообщения 8.ХХ; 8.ХХ, в которых приводятся сильно заниженные данные о росте частоты мутаций, могут показаться утешительными; но радиоактивная пыль все еще осаждается из верхних слоев атмосферы, и к 1970 году положение будет в этом отношении наиболее тяжелым, даже если опыты и будут прекращены 8.ХХ. Уже сейчас совершенно ясно, что последующие поколения дадут десятки тысяч выкидышей, уродов и дефективных детей, неся горе и страдания такому же количеству семей. Необходимость покончить с этим преступным безумием прежде, чем оно примет еще большие размеры, стоит превыше всего, но до настоящего времени (1956 год) нажим широких народных масс на правительства не стал еще достаточно сильным, чтобы принудить к этому хоть одно капиталистическое правительство.

Применение генетики

С самого начала основной интерес, равно как и основное применение теории генов, призванной объяснить наследственность, было сосредоточено на тех случаях, где влияние единичных генов проявлялось совершенно отчетливо и где действие различных генов могло бы быть изучено в различных комбинациях. Это возможно в тех случаях, когда ген управляет одной биохимической реакцией, видоизменяющей—или не видоизменяющей—какой-то конечный продукт, как, например, окраску цветов, перьев или мочи. Гены могут иметь физиологическое значение или не иметь его—у человека, например, они могут вызвать определенные формы идиотизма,—но наиболее полезными они во всяком случае оказываются как маркеры (markers). Разработка генетической карты человека такими учеными, как Холдейн и Пенроуз, представляет собой значительную клиническую ценность. В частности, генетическое определение групп крови явилось средством спасения жизни многих детей, поскольку оно указывало на необходимость переливания крови. В сельском хозяйстве успехи имели более ограниченный характер. Точно следуя генетической практике, удалось получить известные болезнеустойчивые типы растений, но большинство успехов генетики в усовершенствовании, например, гибрида кукурузы или хлопка были достигнуты с помощью более грубых и быстрых методов. Причиной этому является то, что большинство характерных свойств животного или растения, которые являются полезными в экономическом отношении, таких, как вес или урожайность, должны зависеть от большого числа генетических факторов. Для того чтобы заниматься такими сложными случаями, теория еще недостаточно разработана, тогда как полный генетический анализ стоил бы больше денег, чем обычно может получить отдел генетики, и фермер не может ждать, пока такой анализ будет наконец завершен.

Дискуссия по генетике в Советском Союзе

Именно подобного рода соображения в сочетании с антипатией к идеям, казавшимся родственными расовым теориям нацистов, и явились в значительной степени причиной яростных нападок на менделевскую генетику в Советском Союзе непосредственно перед второй мировой войной и после нее. О политических аспектах дискуссии я скажу ниже. Здесь я хочу попытаться объяснить некоторые из ее научных и сельскохозяйственных аспектов, ибо несмотря даже на то, что запрещение, наложенное в Советском Союзе на менделистские идеи и исследования в области генетики, было снято, во всех социалистических странах продолжает активно проводиться работа, идущая в направлении, указанном внешне соперничающей с менделистами школой Мичурина и Лысенко. Сейчас я говорю, что это была кажущаяся оппозиция, хотя в то время она рассматривалась как вполне реальная, поскольку эти различные

точки зрения охватывали совершенно различные между собой аспекты биологии и практического сельского хозяйства, и львиную долю времени участники дискуссии тратили на споры, в которых не могли найти общего языка. Ортодоксальные генетики были заинтересованы в том, чтобы понять механизм и разработать выводы теории, объясняющей все явления; советские агробиологи пытались найти быстрейший путь к улучшению земледелия и скотоводства в своей стране не столько путем выведения новых сортов и пород и селекционирования, сколько рациональным изменением внешней среды. Это зависит в основном от физиологии и в еще большей степени от экологии. Вопросы наследственности, так сказать, вкраплены в эти науки, но успехи менделистов в объяснении наследования признаков на основе теории генов создали впечатление, что их методы имеют известные преимущества, так что решающим фактором является скорее наследственность, чем внешняя среда, и именно этот взгляд и стимулировал оппозицию по отношению к ним.

Мичурин

Мичурин фактически начал работать над выведением новых сортов растений в доморганистский период. Начиная с 1888 года и вплоть до своей смерти он работал над улучшением растений, главным образом фруктовых деревьев, путем сочетания методов межвидовой гибридизации и прививок. Те, кто не изучал работы Мичурина, называли его простым эмпириком, несмотря на то, что ему удалось получить новые и полезные разновидности; однако, как показывают его опубликованные труды, он фактически работал в соответствии с рациональными принципами управления наследственностью, которые он вывел главным образом на основе своих опытов^{6.105}.

По его мнению, многое зависит от состояния восприимчивости организма к тому влиянию, которое, по всем данным, могло изменить его признаки и свойства. Молодые организмы или организмы с расшатанной структурой, обусловленной сосуществованием наследственности от очень различных родителей, могут быть изменены такой внешней средой, по отношению к которой более старые или чистокровные организмы оказываются совершенно неподатливыми. Взгляды Мичурина весьма аналогичны взглядам, развивавшимся совершенно независимо от этой проблемы по вопросу об эмбриональном развитии, согласно которым каждый орган может быть изменен посредством соответствующего химического организатора только на специфической стадии развития. В чем он существенно расходился с господствовавшими среди селекционеров взглядами, так это в своей вере в эффективность непосредственного воздействия на организмы для получения желаемых результатов. Характерным его выражением было: «Мы не можем ждать милостей от природы; взять их у нее—наша задача».

Лысенко и яровизация

Именно эта позиция Мичурина особенно привлекла к нему Лысенко. Сам Лысенко начал свою научную деятельность как физиолог растений и мог, следовательно, оценить значение влияния среды, внешней или внутренней, на рост и развитие растений. Растения отличаются от большинства высших животных тем, что их органы размножения могут быть образованы из любой части их организма. Поэтому их легче подвергнуть изменениям во внутренней, в основном химической, среде, которые в свою очередь вызывались изменениями во внешней, физико-химической среде. На известных стадиях роста эти изменения имеют максимальное влияние на наследственность. Именно эти стадии Лысенко и использует для воздействия на признаки и свойства растений, например, посредством нагрева или охлаждения семян, чтобы превратить озимые хлеба в яровые или наоборот,—так называемые процессы яровизации и воспитания.

Цитологический и биохимический аспекты наследственности

Подобно тому как использование светового микроскопа с целью изучения сложных явлений деления клеток привело к оценке роли хромосом в наследственности, так в более близкое к нам время развитие электронного и других видов микроскопов (стр. 550) открывает новую главу в области генетики, делая возможным дальнейший анализ структуры клеток и выявляя другие мельчайшие частицы в микрообщине (*microcommunity*) клетки. Изучение структуры и реакции хромосом начинает создавать ясную картину генетического процесса и раскрывать кое-что о назначении других частей клетки. В настоящее время нам удалось еще только мельком заглянуть в то, что представляет собой столь острый для нас интерес, и поэтому очерк, который приводится ниже, остается пока в значительной степени плодом воображения; однако результаты накапливаются так быстро, что может не пройти и нескольких лет, как мы получим столь же полную, но гораздо более обоснованную картину, чем та, которую созерцали классические цитогенетики.

Вырисовывающаяся сейчас картина является не только цитологической, но и биохимической. Она связана с генетическими наблюдениями—отраслью математики, приобретшей значение в другой области, в области теории информации (стр. 550). Размножение в его наиболее очевидном смысле является выражением чего-то обыденного, когда подобное производит себе подобное; это форма *копирования*, которое никогда не является совершенным, ибо в противном случае не было бы никаких наследственных изменений. Проблема состоит в том, чтобы найти, что именно копируется и как это делается. Ну, а то, что копируется, не может быть материальным объектом или даже его *формой* или внутренне присущей ему *схемой*. Никакая схема, имеющая *три измерения*, такая, как организм или клетка, не может воспроизвести себя с буквальной и абсолютной точностью; то, что поддается копированию, это не схема, а указания для создания схемы, имеющие в основном характер *линейной* информации.

Роль ДНК

Подозревалось, что такие информации содержатся в нитевидных хромосомах, однако каковы они могут быть—начинает выясняться только сейчас. Имеющиеся в настоящее время данные решительно указывают на то, что эту информацию несет нуклеиновая кислота или, более точно,—для всех, кроме самых низших форм жизни,—деоксирибонуклеиновая кислота (ДНК). Полимеризованная ДНК, в том виде, в каком она встречается в природе, содержит только четыре различных пурина—пиримидиновые группы. Всякая содержащаяся в ней информация должна, повидимому, передаваться определенным порядком этих последних, точно так, как если бы речь шла о двойной азбуке Морзе. С другой стороны, в состав белков входит двадцать пять различных аминокислот, аналогию которым представляет наш алфавит. Специфичность организмов определяется участием их белков и нуклеиновых кислот в синтезе белка. Это положение подкрепляется сейчас недавно полученными данными в отношении вирусов. Дальше, по крайней мере в лаборатории, нуклеиновая кислота может быть под воздействием энзима белка превращена в нуклеиновую кислоту. Весьма соблазнительно связать происхождение определенного белка с определенной нуклеиновой цепочкой или какой-нибудь ее частью, и наоборот,—что представляет собой в сущности процесс кодирования и расшифровки. На этом этапе неясно, воспроизводятся ли молекулы нуклеиновой кислоты при делении клетки или вирусной инфекции непосредственно или через посредство специфического белка, который они вырабатывают. Однако эта и другие проблемы, такие, как спаривание молекул ДНК при половой конъюгации, будут, повидимому, решены уже в недалеком будущем.

Эволюция

Вопрос об эволюции столь тесно связан с вопросом о наследственности, что его, повидимому, более целесообразно рассмотреть здесь, хотя логически он

должен был бы следовать за рассмотрением взаимосвязей животных и растений, что теоретически относится к области экологии, а практически—к сельскому хозяйству. Общие контуры великой дискуссии XIX века по органической эволюции были уже показаны в главе 9.

Значение победы Дарвина заключалось не столько в открытии им эволюции, сколько в том, что он сумел сделать эту идею приемлемой с научной точки зрения. Благодаря ему тот факт, что эволюция действительно имела и продолжает иметь место, признается всеми, за исключением разве некоторых ханжески настроенных людей. В конце XIX века люди были в значительной степени заняты проблемой определения наиболее вероятной цепи взаимосвязей между различными формами животных и растений—составлением, так сказать, родословного древа эволюции. В XX веке интерес переместился в направлении выяснения способа эволюции—того, как и почему появились новые формы, когда и где это случилось. Здесь ничего решающего так и не было достигнуто, и по сути дела именно в процессе поисков ответа на подобные вопросы и выявляются основные расхождения во взглядах в биологической науке.

Неоменделистская концепция эволюции путем мутаций и естественного отбора

Последние несколько десятилетий явились свидетелем переложения дарвиновской теории естественного отбора в форме менделистской теории генов. На место незаметных изменений, постулированных Дарвином, были поставлены резкие скачки, вызываемые заменой генов, размножением генов, удвоением хромосом, или полиплоидией, а также мутацией генов. Предполагается, что все эти изменения происходят по причинам ничего общего с приспособительным характером результирующего признака у взрослого животного не имеющим. Согласно этой точке зрения, отбор якобы действует не на признаки и свойства, а на несущие их гены или комбинации генов. Естественный отбор якобы выполняет роль своего рода сита, изменяя математически определимым путем состав генов у населения. Приспособление якобы представляет собой просто-напросто наиболее успешную из целого ряда абсолютно случайных попыток. Формально благодаря статистическим исследованиям таких математических биологов, как Фишер и Халдейн, этот механизм должен был бы объяснить эволюцию того или иного вида и даже его разделение на два не скрещивающихся между собой вида, то есть, иными словами, создание новых видов. Однако проверить такой механизм на практике крайне сложно в связи с трудностью количественного контролирования условий среды и в еще большей степени—с теми медленными темпами, какими происходит эволюция.

Наследование приобретенных признаков

За последние годы было проведено несколько опытов, связанных с проблемой эволюции, которые сами по себе могут помочь разрешить основные трудности, все еще испытываемые натуралистами в отношении вопроса о том, является ли простой отбор взятых наугад изменений достаточным, чтобы объяснить фактически происходящий процесс эволюции. Со времен Ламарка ученые видели, что внешняя среда должна как-то направлять ход измененной наследственности к явной выгоде для организма. Тем не менее каждая попытка доказать наследование приобретенных признаков оканчивалась неудачей. Мы сейчас понимаем, почему это оказалось таким трудным в отношении высших животных и растений, размножение которых представляет собой длительный процесс, на который трудно воздействовать. В случае низших организмов, таких, как бактерии, жизненный круговорот которых измеряется минутами, мы имеем возможность наблюдать изменения этих организмов, как реакцию на химическую среду, имеющую определенно приспособительный характер в том смысле, что они способны развиваться в новой обстановке. Здесь вопрос о том, обусловлено ли это обстоятельство отбором, служит предметом ожесточенных споров^{6,98}. К тому же был, по меньшей мере, один случай,

когда Эвери^{6,73а} осуществил превращение одного типа пневмококка в другой посредством добавления экстракта нуклеиновой кислоты второго типа. Измененный тип дал чистокровное потомство, показав возможность направленного генетического изменения, вызванного специфическим химическим веществом.

Отсюда, однако, еще далеко до наследования приспособительных признаков, связанных с общими стимулами внешней среды. Один тип такого наследования был открыт Уоддингтоном. У определенной линии мух при воздействии на их куколки высоких температур развиваются крылья, в которых недостает одной полоски, что, казалось бы, представляет собой незначительное изменение. Однако, если процесс этот продолжается на протяжении нескольких поколений, то выводятся мухи, потомство которых не имеет полосок даже в том случае, если их куколки не подверглись нагреву. После нескольких поколений, не подвергавшихся нагреву, опять выводятся мухи обычной формы. Каково бы ни было объяснение этого явления—а Уоддингтон объясняет его весьма сложным образом, с менделистских позиций,—создается по меньшей мере впечатление, что искусственно вызванные изменения в развитии могут иногда как-то запечатлеваться в наследственности организма в относительно небольшом числе поколений. Сообщают даже о еще более поразительных случаях, когда по наследству передаются не структурные признаки, а привычки. Триста лет тому назад дикая канарейка была избрана, исключительно из-за ее оперения, как птица, пригодная для содержания в клетке. Она чирикала, но не пела. Однако любители птиц в различных местах земного шара ухитрились научить канареек различным песням, и сейчас каждая порода этих птиц, даже выращенных в неволе и не подвергшихся такой тренировки, поет в своем характерном для нее стиле. Нечто подобное, повидимому, произошло и в нашем собственном наследии. С тех пор, как мы научились говорить, прошло не так много времени—всего, по различным оценкам, от 200 до 1 000 поколений. И даже и сейчас еще нас приходится учить говорить. Однако человеческий мозг и ухо подверглись глубоким изменениям, так что значительная площадь мозговой коры была отведена исключительно для этой цели, причем это произошло как будто без особого отбора, который был бы направлен на то, чтобы избежать формирования тупоумных типов. До тех пор, пока мы не узнаем чего-нибудь о механизме, посредством которого могут быть осуществлены столь быстрые эволюционные изменения, этот вид наследования не сможет быть сформулирован в виде теории, однако он продолжает служить предостережением против метода догматического исключения и веры лишь в один путь передачи признаков—путь эволюции.

Вопрос этот имеет не только величайший теоретический интерес—будучи центральным вопросом наследственности и эволюции,—но решение его приводит к важным практическим последствиям. Выведение новых видов и селекция являются по необходимости, особенно у медленно размножающихся видов, весьма длительными процессами. Направляемые изменения колоссально увеличили бы темпы их улучшения по сравнению с нынешним методом проб и ошибок, который используют животноводы и растениеводы-практики. Заявлять в настоящий момент, как делают многие генетики, что это является в принципе невозможным, означает задержать проведение исследований в других направлениях и рисковать просмотреть ограниченность своих собственных методов

С другой стороны, было бы преждевременным утверждать, что какие-то методы для направления хода эволюции уже найдены или хотя бы наметились. Только с помощью энергичных и критически оцениваемых исследований, перенесенных в широкую и проводимую по определенному плану практику, можно надеяться их открыть. Тем не менее нет никаких причин внутреннего порядка, которые запрещали бы человеку надеяться сознательно осуществить то, что происходит в природе с самого зарождения жизни.

11.8. ОРГАНИЗМЫ И ИХ СРЕДА. ЭКОЛОГИЯ

Изучение организмов в связи с различными условиями их среды, как естественными, так и созданными при проведении эксперимента, представляет собой быстро развивающуюся в XX веке отрасль биологии. До этого характеристика животного или растения обычно ограничивалась морфолого-анатомическим его описанием наряду с некоторыми данными об отдельных его функциях и естественно-историческим описанием его привычек. Сейчас такое знание считается лишь необходимым первым шагом на пути к пониманию значительно более сложных и динамических аспектов жизни организма. Одного наблюдения и естественной истории еще недостаточно—необходимо также проведение детализированных экспериментов в самом широком плане.

Как уже отмечалось в начале этой главы, наше столетие явилось свидетелем возникновения школы экспериментальной биологии и изучения функционирования ныне живущих животных или растений посредством изменения условий их жизни и наблюдения происходящих изменений. Место экспериментальной биологии в XX веке аналогично тому, какое заняла в XIX веке органическая химия. Это путь, ведущий к выяснению действительной структуры организмов с помощью изучения их реакции на различную среду, подобно тому как химик выяснил структуру своих молекул, подвергая их действию различных реагентов. Это не может быть сделано путем ограничения наблюдений условиями, которые являются для данного организма обычными. Необходимо исследовать более широкий круг возможных условий его жизни. В более сложных условиях необходимо проводить тщательный анализ всех различных факторов в окружающей среде, изменять их, по одному или сразу по нескольку, способом, определяемым статистическим методом, и проводить столь же сложные наблюдения над организмом.

Взаимодействие организмов

Проблема эта усложняется еще тем фактом, что окружение любого организма неизменно включает бесчисленное множество других организмов. В середине XIX века Дарвин всецело отдавал себе в этом отчет, что особенно отчетливо проявилось в его трудах об опылении цветов^{5,20} и о земляном черве^{5,22}. Но работа, которая была проведена до настоящего времени, только подчеркивает исключительную сложность взаимоотношений между организмами и наше практически полное непонимание их значения. Так, например, почва, которая является основой для всякого растения, а следовательно, и для всякой жизни животных на земле, остается в значительной степени неизведанной для биологической науки областью, хотя в своей массе она содержит, вероятно, больше живых организмов, чем их можно найти на ее поверхности. До самого последнего времени почвоведение было, по существу, описательной и в значительной степени неорганической, основанной на геологии и минералогии наукой. Мы только теперь начинаем понимать, что сама почва представляет собой целый комплекс организмов, ни один из которых не может быть изменен, не затронув всех остальных.

Взаимозависимость групп организмов

Взаимосвязанный комплекс организмов—животных, растений и бактерий, где бы они ни встречались, является предметом изучения *экологии*: анализа общего влияния всех организмов в определенной местности друг на друга. Оказывается, что *ассоциация* организмов, например на поле или в пруде, обладает большей степенью своей собственной связности и постоянства, чем та, которая наблюдается в каком-либо отдельном организме. Старая, грубая концепция борьбы за существование уступает место другой—концепции эволюционного сотрудничества различных организмов. Такое сотрудничество может иногда принимать довольно парадоксальные формы, как это, например,

имеет место между плотоядными и травоядными животными. Положение дичи определяется в значительной мере тем, в какой степени она истребляется волками или охотниками или сохраняется в хороших условиях, как об этом свидетельствуют печальные последствия ее ввоза в Новую Зеландию. Но в общем и целом в любой единообразной обстановке в природе сохраняется определенное равновесие. Никакие отдельные виды не могут размножиться или, тем более, вымереть без того, чтобы это не отразилось на всех других.

Грубо ошибочное понимание положения Дарвина о борьбе за существование еще больше затемняет подлинную зависимость организмов друг от друга. Любой индивид и любые виды выиграли бы очень мало, если процветали за счет истребления всех других. Это в еще большей степени приложимо к отношениям внутри одного какого-либо вида, чем между организмами различных видов. Тем не менее концепция борьбы за существование все еще очень распространена, в значительной степени потому, что она была и продолжает быть столь полезной для оправдания существующей в делах людей беспощадной конкуренции и господства сильных мира сего. Как отмечал Лысенко, только в исключительных случаях переуплотнения, редко встречающихся в природе, наблюдается соперничество между индивидами одного вида. В большинстве случаев у растений, равно как и у животных, наличие других членов данного вида улучшает приспособительный характер окружения. Лес, например, имеет полезное значение для всех растущих в нем деревьев.

Нарушение человеком равновесия природы

В истории нашей планеты открылась новая эра, когда человек—совершенно иными путями, чем это делали все другие организмы,—начал нарушать ранее установившееся в природе равновесие. Как охотник и в еще большей степени как земледелец, человек, сначала бессознательно и в небольших масштабах, а позднее—сознательно и в масштабах всей планеты, принялся перетягивать чашу весов природы в свою сторону. Какой успех он имел в этом с самого же начала, показывает умножение и распространение человеческой расы, происходившие непрерывно нарастающими темпами. На ранних стадиях человеку не доставало надлежащего понимания того, что он делал, а это иногда приводило к нежелательным последствиям, как, например, к истреблению дичи, которой он жил, истощению пастбищ или обрабатываемых участков; однако небольшие масштабы этих операций предотвращали возможность нанесения сколько-нибудь долговременного ущерба ресурсам земли. Сейчас положение изменилось: нет недостатка ни в знаниях, ни в возможностях, однако успех современного механизированного земледелия и лесоразработки был достигнут за счет опасного истощения большей части почвы планеты и изменения климата в сторону, неблагоприятную чуть ли не для всех форм жизни.

Разрушительные последствия земледелия при капитализме

Это интенсивное опустошение, производящееся в огромных масштабах, не имеет ничего общего с какой-либо внутренне присущей человеку порочностью или глупостью или же неудержимым желанием распространиться, как это изображают многие публицисты. Оно просто-напросто обусловлено хищнической по самой своей сущности природой капитализма, ныне распространившегося в форме империализма на такой огромной части земного шара. Разрушение почвы было за последние пятьдесят лет колоссально ускорено применением методов, характерных для безжалостной капиталистической эксплуатации ради получения непосредственных прибылей. Фактические разрушители почвы не обязательно должны сами быть капиталистами; это могут быть бедные фермеры-издольщики, вынужденные выращивать большие урожаи товарных культур, чтобы предотвратить изгнание их с земли, или африканцы, загнанные в резервации европейцами, забирающими себе все лучшие земли. Различные причины ведут к одному и тому же результату, и процесс этот непрерывно ускоряется.

Чем меньше имеется земли, тем больше она должна эксплуатироваться и тем в худшее состояние она приходит ^{6.82; 6.84; 6.88}.

Консервация

Тем не менее нет такой причины, которая обуславливает продолжение разрушения невозместимых ресурсов. Даже в условиях капитализма спорадические и ограниченные попытки прекратить его показывают, что технически это вполне возможно. Кризис 30-х годов в Америке принес нам Администрацию долины реки Теннесси и широко распространившееся движение за консервацию почвы; и то и другое было успешным в той мере, в какой эти мероприятия касаются биологической техники ^{6.155}. Однако частные предприниматели позаботились о том, чтобы Администрация долины реки Теннесси осталась единичным образцом того, что может быть сделано в смысле районного планирования, и все мероприятия по консервации почвы ограничиваются теми местами, где они не нарушают интересов землевладельцев, и сразу же отвергаются, лишь только интенсивное земледелие становится рентабельным. Поэтому такие мероприятия никогда не проводятся там, где они нужнее всего, в особенности в обширных тропических районах, где сейчас все больше преобладают плантации и товарное земледелие в интересах иностранных вкладчиков.

Преобразование природы

Совсем иная картина наблюдается в той части мира, которая спасена сейчас от воздействия свободного рынка и монополистических трестов. Здесь, в особенности в Советском Союзе, который один только имел достаточно времени для вынашивания перспективных планов, улучшение почв и обводнение пустынь проводятся уже на протяжении 20 лет. Земля принадлежит здесь народу, и ее постоянное сохранение и улучшение составляет первую статью капиталовложений.

В послевоенные годы этот процесс настолько расширился и ускорился, что представляет сейчас нечто совершенно новое в истории нашей планеты: целенаправленную попытку переделать природу и изменить географию, поставив ее на службу человеку. Чтобы задумать и осуществить подобное предприятие, необходим в первую очередь народ, который привык работать на общее дело и достаточно верит в него, чтобы нести жертвы в настоящем во имя обеспечения больших результатов позднее. Однако чтобы сделать эту добрую волю эффективной, необходимо максимально использовать науку: механизированную технику для строительства плотин на реках, рытья каналов, сооружения электростанций и биологическую технику, чтобы насаждать лесозащитные полосы и создавать оросительные сети, приводить в равновесие животноводство и земледелие.

Основные технические мероприятия были осуществлены уже к 1956 году — это создание на засушливом и полупустынном юго-востоке России и в бассейне Каспийского моря новой сельскохозяйственной и индустриальной цивилизации, способной обеспечить в конечном счете существование сотен миллионов людей. В основу положен принцип извлечения максимальной пользы из земли на ряде различных уровней ее использования, в зависимости от почвы и местоположения. Низколежащие равнины будут орошаться путем естественного поступления воды из водохранилищ. В одном случае оросительные каналы прорубаются сквозь горы, в другом они отводятся из какого-нибудь морского рукава. Земли, расположенные выше, будут орошаться водой, поднимаемой с помощью электроэнергии. За пределами района постоянного орошения будут располагаться пастбищные земли, куда вода будет подаваться по трубопроводам или из колодцев, оборудованных электронасосами. В незащищенных пустынях песок будет задерживаться саксаулом, и даже солнце должно будет приносить пользу в накачивании воды и охлаждающих установках.

Объектом планирования является весь речной бассейн. Крупные реки, подобные Волге, Дону и Днепру, превращаются в серию водохранилищ, разделенных плотинами со шлюзами и электростанциями и протягивающих во все стороны шпалы оросительных каналов. Действие наводнений и засух будет нейтрализовано. Уже в 1956 году действуют три большие гидроэлектростанции, в том числе крупнейшая в мире Куйбышевская гидроэлектростанция на Волге. Все станции на европейских реках должны быть закончены строительством в течение одного десятилетия. На всей территории Советского Союза, особенно в пустынях, окаймляющих Аму-Дарью, сооружаются также оросительные каналы.

Энергия, вырабатываемая на станциях, будет использоваться для промышленных и сельскохозяйственных целей, равно как и для орошения. Эти разнообразные цели расширяют нагрузку и повышают коэффициент использования энергии, так что из каждой капли воды будет извлечена максимальная польза как в физическом, так и в химическом отношении. Служить человеку заставят не только крупные реки, но и каждый небольшой приток. Каждому колхозу или небольшой группе колхозов предлагается и оказывается помощь в сооружении своей собственной плотины, водохранилища и электростанции. Повсюду упор делается на смешанную систему обработки, сочетающуюся с опытами в лаборатории и в поле. Целью этих опытов является одновременно найти и внедрить в практику такую систему земледелия, которая предохраняет почву от разрушения и обогащает ее хорошо уравновешенной экологией животных и растений ^{6.104; 6.166}.

Именно новое крупное сельскохозяйственное машиностроение дало возможность превратить голую землю в цветущий край, проделав в сжатый срок за несколько лет ту работу по улучшению своего хозяйства, которую проводили фермеры на протяжении столетий (стр. 291). Гигантские грузовики, бульдозеры, землечерпалки и земснаряды выполняют каждый работу тысячи человек. Уже сейчас они работают в масштабах природы. География уже не может больше пониматься как нечто раз навсегда установленное; поверхность земного шара будет отныне представлять собой то, чем найдет нужным сделать ее человек.

Так, например, в Прибалтике остатки ледникового периода—морены и валуны, а также торфяные болота, образовавшиеся из-за плохого стока воды,—делают этот район скудным и неплодородным. То, чего на протяжении тысячелетий не могли сделать крестьяне, работая вручную, машины делают всего за несколько лет, очищая землю от камней и валунов, прорезая русла новых рек для ускорения стока воды, извлекая энергию для этой работы из самого торфа и оставляя после себя хорошую пахотную землю.

Долины, горы, водоразделы, пустыни и тундра, даже морское дно—все может быть преобразовано. Вторая очередь мероприятий в Советском Союзе имеет целью направить великие сибирские реки, которые сейчас бесполезно текут в тундру Арктики, обратно через Тургайское ущелье в Аральскую низменность. Уже после того, как я начал писать эту книгу, большие мероприятия по консервации почв были проведены в Китайской Народной Республике. В течение одного года река Хуайхэ, разливы которой систематически опустошали богатейшие восточные провинции, была обуздана, а организация контроля притоков и вспомогательных водоемов на Янцзы и Хуанхэ уже дала свои результаты. В 1955 году положено начало реализации плана обуздания реки Хуанхэ, рассчитанного на 50 лет и предусматривающего строительство 60 больших плотин. Все это было сделано, не ожидая создания более чем минимального оборудования; земля копалась мотыгами и уносилась с места работ в корзинах. Это могло быть осуществлено в любое время на протяжении последних 6 тысяч лет, но императоры и мандарины были бессильны, ибо они ничего не могли бы сделать, даже если бы пожелали, без активной поддержки народа ^{6.147}.

Для всех народов во всей остальной части земного шара существует достаточно возможностей, чтобы, используя технику и науку, преобразовать свои собственные страны. Некоторые из них, несомненно, уже приступили к этому. Созданием Дамодара и других сооружений Индия положила хорошее начало таким преобразованиям, но ей мешает недостаток капитала. Те же затруднения в финансировании Асуанской плотины в Египте угрожали вызвать мировую войну, и в тот момент, когда я пишу настоящую книгу, эти деньги еще не предвидятся. И тем не менее в таких проектах, осуществление которых значительно повысило бы уровень жизни населения, нет ничего, что делало бы их технически невозможными. Вопрос заключается только в том, что подобные капиталовложения не представляют для капиталистических стран никакой выгоды. Они считают, что вложение денег в вооружения или в отечественную промышленность, производящую предметы потребления, дает более быстрые и надежные результаты.

Все это могло бы быть сделано народами этих стран, если бы они были свободны от прямого и косвенного влияния чужеземного господства. Это могло бы быть сделано меньше чем за период жизни одного поколения, если бы хоть какая-то ничтожная часть технического потенциала, бесполезно растрчиваемого сейчас на вооружение, была обращена на то, чтобы помочь людям подчинить себе природу, вместо того, чтобы истреблять друг друга. Мастерство и деньги американцев, ныне бесполезно растрчиваемые на изготовление атомных бомб и сверхскоростных реактивных самолетов, нашли бы себе плодотворное и увлекательное применение в попытках побить русских их же собственным оружием—опередить их в деле преобразования природы не ради прибылей, а на пользу человечеству ^{6.82}.

Проблема населения

То, что было сделано под воздействием социалистических идей и практики, уже говорит о колоссальном расширении цивилизации—сельского хозяйства и промышленности в их совокупности,—при которой почва будет не просто сохраняться, но бесконечно улучшаться, а жизнь, которую она обеспечивает, будет умножаться. В свете этого знания и опыта вся болтовня об угрозе перенаселенности с тем большей очевидностью разоблачает себя как реакционная чепуха. Это возрождение мальтузианства в его новой форме—форме XX века—само основано на неопровержимых фактах, заимствованных из капиталистических стран или зависимых от них империй. Как таковое оно просто показывает полный провал капитализма в осуществлении элементарной задачи—обеспечения жизни людей. Но, как думают подлинные заправилы капитализма, хотя и считают благоразумным не говорить об этом вслух, такая задача никогда в их функции и не входила. Если обеспечение жизни людей не приносит дохода, что ж, пусть они в таком случае умирают. «Никакого молока для готтентотов»—было одним из лозунгов республиканских противников президента Рузвельта в 1936 году. Сейчас, когда они находятся у власти, этот лозунг видоизменен в «Пушки только для антикоммунистов». Более гуманный способ для достижения того же результата и к тому же вызывающий меньше шума—это вообще не давать детям рождаться! Такие идеи, широко распространяющиеся под прикрытием науки, обеспечивают основания для того, чтобы презирать нецивилизованные расы, которые плодятся, как кролики, и заранее оправдывают идею контролирования их как нежелательных паразитов, причиняющих неудобства обитателям «благословенной богом страны». (Автор имеет в виду США.—Перев.) ^{6.123}.

Зараза неомальтузианства проникла глубоко в официальную науку Англии и Америки. В 1952 году профессор А. В. Хилл поднял весь этот вопрос в своем президентском послании к Британской ассоциации как «Этическую дилемму ученого». Здесь речь идет уже не о сведении контроля над населением к применению противозачаточных средств. Старый божественный агент—чума—при-

зывается в качестве гаранта того, чтобы в живых осталось не слишком много людей низшей расы, обреченных на медленную голодную смерть и мешающих своим более достойным соотечественникам в их борьбе за продукты питания. Если люди плодятся «как кролики», то им должно быть разрешено и умирать как кроликам: «Но допустим, что сейчас было бы твердо известно, что бремя увеличивающегося населения, нерегулируемого болезнями, приведет не только к широкому распространению истощения почвы и других капитальных ресурсов, но и к продолжению и усилению международной напряженности и беспорядка, так что трудно будет уцелеть и самой цивилизации; быть может, в таком случае большинство гуманных и разумных людей переменит свое мнение? Если нравственные принципы отрицают наше право делать зло, чтобы достичь добра, имеем ли мы право делать добро, когда очевидным последствием его будет зло?»

Лучше ликвидировать всю работу медицинской науки вообще, чем столкнуться лицом к лицу со всем тем, что означала бы экономическая свобода для «отсталых» народов. Священность человеческой жизни, один из высочайших заветов западной цивилизации, отбрасывается во имя главной цели—защиты частной собственности.

Сейчас должно было бы уже стать ясным, что никакое повышение уровня жизни крестьян отсталых стран невозможно без полного разрыва со старой помещичьей или плантаторской системой или даже с системой номинально свободного крестьянства, прикованного к иностранным компаниям. Об этом с достаточной ясностью свидетельствует судьба Малайи, Филиппин и банановых республик Южной Америки^{6.38}. Подлинная экономическая независимость должна быть основана на растущей индустриализации, необходимой для использования оказавшихся без работы сезонных рабочих и для обеспечения достаточного оборудования и удобрений для научно поставленного земледелия. Ничто из этого не может быть, однако, осуществлено в сфере господства капитализма. На иностранный капитал нет надежды, а частный отечественный капитал слишком мал и обладатели его слишком заинтересованы в немедленных прибылях. Единственный выход, как начинают уже понимать Индия и Египет, может дать какая-то форма социализма. Примеру этих стран не замедлят последовать другие слаборазвитые страны, в особенности сейчас, когда капитализм утерял свою монополию на технические секреты. Это, по сути дела, является единственной возможностью выйти из порочного круга проблемы роста населения до пределов существования на нищенском уровне жизни.

Именно полнейшая неспособность представить себе любое другое положение дел в сочетании с чувством отвращения, обычно не признаваемым открыто, к тому факту, что существует так много менее чистокровных существ, угрожающих его привилегиям, побуждает культурного английского и американского ученого поддерживать политику ограничения роста населения.

Сэр Чарлз Гальтон Дарвин ныне по семейной традиции* вернулся к идеям попа Мальтуса. В своей книге «Будущий миллион лет»^{6.28} он не предвидит для человеческой расы ничего хорошего. В самом деле, он находит, что период короля Эдуарда был последним золотым веком в этом мире.

В его книге, как и в книге любого другого неомальтузианца, мы не найдем почти никаких следов того, что стало известным—и что уже было сделано,—чтобы использовать науку для решения элементарной задачи снабжения людей продовольствием. А между тем все это представляет собой только еще самое начало того, что могла бы сделать прикладная биология. Рост населения во всем мире не является сам по себе катастрофическим; он составляет примерно $1\frac{1}{2}$ процента в год, а при высоком уровне жизни нормы эти будут, повидимому, ниже. Поэтому самое большее, что требуется для повышения потреб-

* Чарлз Гальтон Дарвин—внук великого естествоиспытателя Чарлза Дарвина.—
Прим. ред.

ления продовольствия,—это несколько более высокие средние нормы его производства. При современных производственных методах увеличение этих норм на 2 процента в год—вещь вполне осуществимая. Применение результатов новых исследований окажется необходимым только на более поздних этапах, когда будет ощущаться серьезный недостаток в свободных землях.

Сейчас, однако, до этого еще очень далеко. Продовольственная и сельскохозяйственная организация при ООН (ФАО) считает, что из 33 млрд. акров земной суши обработано только 3 млрд., или менее 10 процентов^{6.90}. Значительная часть остающейся земли, в особенности в экваториальных районах, могла бы быть обработана при очень незначительных капиталовложениях так, как это делается в СССР и Китае. По скромным подсчетам географа Л. Д. Стэмпа, нынешние методы производства могут обеспечить существование, с сохранением нормального уровня питания, примерно 10 млрд. человек, или в четыре с лишним раза больше того, что составляет население земного шара в настоящее время. Это при нынешних темпах прироста населения означает, что мы спокойно сможем перешагнуть далеко за 2100 год, а к тому времени люди будут располагать значительно лучшими возможностями, чтобы уяснить себе, каким образом они хотят разрешить проблему питания и населения. Если они решат продолжать идти по пути роста населения, у них все еще будет вполне достаточно земли для более научно направленной эксплуатации ее, в частности в пустынном поясе, море же только еще начинает эксплуатироваться. К тому же более интенсивное использование уже обрабатываемой земли может еще в пять-десять раз увеличить ее производительность. Современная средняя продуктивность земли не превышает одной трети максимальной, что является все еще очень низким уровнем; нет сомнения в том, что с помощью биологических исследований она может быть поднята на значительно более высокую ступень. Из тех растительных веществ, которые выращиваются сейчас с таким трудом, около четырех пятых сжигается или запахивается в почву. Между тем в этом нет абсолютно никакой необходимости. Как показал Пири^{6.115}, богатые протеины, вырабатываемые в зеленых травах, могут, например, быть извлечены посредством выжимки и использованы для потребления животными, а в случае нужды—и людьми, в то время как остающаяся целлюлоза представляет собой прекрасную пищу для скота. Таким путем фермер мог бы получить с того же луга в дополнение к говядине, молоку и маслу еще и бэкон и яйца. Еще большие возможности может дать использование дрожжей и плесеней для производства продовольствия из огромной массы растительных материалов или водорослей для управляемого фотосинтеза.

Спор о том, сколько именно продовольствия могло бы быть произведено научными методами, является чисто академическим, ибо сами методы по мере их использования будут развиваться и изменяться. Все это могло бы быть осуществлено путем использования обычных источников энергии. Сейчас, когда получена ядерная энергия на базе деления ядра атома и можно с полным основанием ожидать еще большего количества ее от ядерного синтеза, дальнейшие перспективы производства пищи являются фактически неограниченными. До тех пор пока сельское хозяйство ведется обычными методами, атомная энергия может обеспечить необходимую для этого воду и тепло, но когда численность населения возрастет в тысячу или более раз по сравнению с настоящим, смогут быть привлечены—и несомненно найдутся—другие или более прямые методы его ведения, в том числе, если это потребуется, и атомная трансмутация. С призраком Мальтуса теперь покончено раз и навсегда.

Однако ничто из этого не может дать утешения тем, кому не хватает пищи уже сейчас. Подлинные трудности состоят здесь не в каких-либо научных или технических затруднениях. Возможность применения науки будет обусловлена скорее достижениями в области социальных и экономических условий. Если бы удалось когда-либо расшатать тиски империализма и остановить отвлечение технических ресурсов на цели подготовки войны, то оказалось бы

вполне достаточно средств для механического и химического оснащения, необходимого для преобразования сельского хозяйства, в течение менее чем одного десятилетия наряду с достаточными ассигнованиями на научные исследования и усовершенствования. Неиспользованные возможности американской автомобильной промышленности могли бы в течение одного года дать Китаю достаточно тракторов, чтобы повысить его урожай на 50 процентов. В 1951 году группа экспертов, назначенных генеральным секретарем ООН, пришла к заключению, что для того, чтобы повысить уровень жизни слабо развитых стран на 2 процента в год, было бы достаточно ежегодного вложения капитала в сумме 19 млрд. долларов^{6.28}. Коэффициент, необходимый для надежного прогресса, составляет около 6 процентов. Однако, поскольку на подготовку войны расходуется ныне, прямо или косвенно, сумма порядка 100 млрд. долларов, увеличение на 10 процентов в год является вполне осуществимым.

Война, однако, попрежнему продолжает оставаться наиболее выгодным способом капиталовложений, и неомальгузианцы хорошо сделали бы, если бы отнеслись к этому проклятию человечества более серьезно. Если бы они могли положить ему конец, им не пришлось бы больше призывать на помощь чуму и голод, чтобы обкарнать человечество до их «благородного» уровня.

Социальная медицина

Преобразование сельского хозяйства представляет собой только один из аспектов воздействия современной биологии на общество; другим его аспектом является соответствующее преобразование медицины. Огромный вклад в медицину со стороны биологии и в особенности биохимии XX века — открытие витаминов, гормонов, антибиотиков, радиология и радиотерапия — составляет только часть значительно более существенного перехода от искусства лечения к науке сохранения здоровья. Под давлением главным образом протеста со стороны рабочего класса, вооруженного учением поднимающего социализма, болезни стали рассматриваться ни как кара и предостережение небес, ни даже как естественное последствие дурной жизни, пьянства и грязи, как отражение условий жизни, продиктованных бессердечной и неразумной социальной системой.

Социальная медицина, первыми шагами которой был сбор и анализ данных медицинской статистики^{9.99a}, начала показывать на беспристрастных цифрах то, что уже давно стало очевидным, а именно, что основной причиной болезней была бедность^{6.101}. Первым объектом атаки явились профессиональные заболевания. Несмотря на упорную обструкцию со стороны тех, чьи прибыли зависят, повидимому, от принесения им в жертву человеческих жизней, были разоблачены причины самых явных из этих заболеваний: свинцового отравления маляров и рабочих предприятий фаянсовой промышленности, отравления фосфором рабочих спичечных фабрик, силикоза шахтеров и шлифовальщиков стали, — и по прошествии многих лет законом были предписаны кое-какие меры защиты от них и предусмотрена компенсация пострадавшим, хотя в Англии даже еще и сегодня до 800 человек ежегодно умирает от этих болезней^{6.141a}. Насыщенный сажей воздух промышленных городов все еще собирает свою дань; в Манчестере от бронхиальных заболеваний умирает в пять раз больше людей, чем на юге Англии. В 1952 году лондонский туман, который мог бы быть предотвращен, за два дня убил свыше 400 человек.

Величайшим достижением социальной медицины XIX века была санитария. Она уничтожила в промышленных странах такие распространяемые водой заболевания, как холера и тиф, однако страшные убийцы — туберкулез и детские болезни — все еще сохранились. В XX веке они должны были отступить перед лучшими жилищными условиями, лучшими оздоровительными мероприятиями и, прежде всего — перед более обильным и лучшего качества питанием. Социальная ценность открытия витаминов заключалась не столько в обеспечении самими витаминами, сколько в том, что оно сосредоточило внимание на проблеме

питания, как на первойшей предпосылке здоровья, в особенности у детей. Медленно, но верно, несмотря на задержки, вызванные кризисами и войнами, питание в привилегированных индустриальных странах улучшилось, а вместе с этим сократилось и число случаев заболеваний туберкулезом и произошло резкое падение детской смертности.

Успехи в этой области еще нагляднее выявили весь ужас напрасных заболеваний и смертей в менее привилегированных странах^{7, 23a}. Если в Швеции умирает один ребенок из пятидесяти, то почему в Индии должен умирать один на каждые шесть? Теперь совершенно очевидно, что в результате недостаточности питания или отсутствия медицинской помощи две трети населения мира умирают смертью, которой можно было бы избежать, и что из каждых десяти умирающих сейчас детей девять могли бы быть спасены. Знать это и ничего в этом отношении не делать—означает соучаствовать в их убийстве, соучаствовать разве только менее непосредственно, чем в случае прямого согласия на то, чтобы их убивали с помощью атомных бомб или напалма.

Национальная служба здравоохранения

Осознание этого положения не осталось, однако, без последствий. За последние 50 лет во всем мире, за исключением цитаделей индивидуализма, где здоровье, как и все прочее, составляет предмет купли-продажи, были выставлены настойчивые требования бесплатного медицинского обслуживания как узаконенного права. Даже в Англии врачи лояльно, хотя и неохотно, согласились на создание национальной службы здравоохранения. Это попрежнему служба здравоохранения скорее по названию, чем фактически. Защитники национальных интересов позаботились о том, чтобы начиная с 1940 года в Англии было построено всего пять центров здравоохранения и один гражданский госпиталь. Национальная служба здравоохранения попрежнему в значительной степени опирается на старые кабинеты, где перегруженные работой врачи прописывают длинным очередям пациентов неэффективные лекарства и дают им неосуществимые советы. И тем не менее это могло бы послужить началом для нового подхода к проблеме здоровья, такого, когда первоочередной заботой является право каждого ребенка, женщины и мужчины на такое биологическое и социальное окружение, которое может наилучшим образом обеспечить им полнокровную деятельную и здоровую жизнь. Врач все еще будет нужен, но скорее как советник и страж здоровья, чем чинитель тел, согбенных и разбитых скверными условиями жизни.

Социальная медицина логично предполагает общественное производство и общественное распределение; как же иначе можно гарантировать каждому труд, нормальный отдых и питание? Короче говоря, она предполагает социализм, и вот почему, особенно в Америке, так яростно негодуют против нее за то, что она наносит удар по санкциям нужды и нищеты, которые, по мнению праздных и алчных людей, являются единственными средствами заставить ленивых бедняков работать.

В противоположность этому повсюду, где народные силы одержали победу, немедленно принялись за улучшение служб здравоохранения, в особенности для детей. Путем улучшения положения врачей и обслуживающего персонала, устранения необходимости борьбы за немногих платных пациентов было преодолено исконное возражение медицинских работников против увеличения их численности. Так, например, на территории, называемой сейчас Узбекистаном, при царском режиме имелся только один врач на каждые 31 000 человек населения; в 1952 году их было один на каждые 895 человек, а в Азербайджане имеется один на каждые 490 человек. Эти цифры могут быть сравнены с положением в Англии, где имеется один врач на каждые 862 человека, и в Нигерии, где в 1948 году был один врач на каждые 56 000 человек^{6, 89a; 6, 130}.

Еще более показательными являются достижения Китая. Здесь борьба за здоровье приняла формы массового народного движения. Первым этапом ее

была ликвидация источников заражения. По засилью мух Китай стоял на первом месте в мире; по прошествии двух лет народного правления в любом китайском городе или деревне вряд ли можно найти одну муху^{6.1356}. Эндемические центры чумы были очищены, и свыше чем четыремстам миллионам человек сделаны прививки против оспы. Медицинское обслуживание было значительно расширено. В северо-восточном Китае, например, в июне 1952 года было в двадцать раз больше больниц при заводах и шахтах и в двенадцать раз больше клиник, чем до освобождения Китая. Там имеется сейчас один врач на каждые 625 рабочих. По всей стране в целом имеется в среднем один врач на каждые 880 человек. Для изготовления новых спасительных лекарств были построены специальные фабрики, что расстроило жестокий умысел, лежавший в основе американского запрещения на импорт этих лекарств (стр. 638 и далее).

Подобное же преобразование могло бы быть осуществлено во всех нездоровых тропических и субтропических районах—нездоровых только потому, что они бедны и подвергаются эксплуатации. Оно может быть проведено самим народом, и только им самим. Медицинская помощь извне, с какими бы благими намерениями она ни принималась, может быть лишь паллиативом, а иногда даже и того меньше, когда при отсутствии земельной реформы она ведет только к общему обнищанию. В 1944 году во время эпидемии малярии в Бенгалии бесплатная выдача лекарств быстро привела к тому, что лекарства эти потекли на черный рынок, поскольку получатели их предпочитали рисковать смертью от болезни, чем умереть от голода.

За последние пятьдесят лет биологическая наука и практика социальной медицины доказали, что человек уже в состоянии сбросить бремя болезни и смерти, которое тяготело над ним на протяжении тысячелетий. Сейчас, когда это стало известным, ничто, даже величайшие достижения в развитии водородных бомб и сверхъядов, не может помешать всей массе человечества обрести полную, здоровую жизнь.

11.9. БУДУЩЕЕ БИОЛОГИИ

Сама длина и растянутость этого обзора нынешнего состояния биологии и ее влияния на общество должны наглядно показать растущее число тех способов, какими вновь обретенные знания вторгаются в жизнь почти каждого человека в мире. Развиваясь, как это фактически имело место, едва ли менее быстро, чем физические науки, биология оказывала гораздо более быстрое воздействие на общество, чем эти науки, за исключением тех случаев, когда речь шла о службе войне. Новое лекарство или новый сорт растения могут быть введены в употребление гораздо быстрее, чем новый метод строительства или техники или даже новый самолет. Круговорот биологической науки совершается быстрее, капитальные затраты в ней—меньше.

Приведенное соображение, если взглянуть на него под другим углом зрения, означает, что биология менее непосредственно связана с тяжелой промышленностью. Это важнейшая причина того, почему финансовая поддержка биологического исследования и число занятых в нем научных работников значительно меньше, чем в физических науках.

В ближайшем будущем при условии прекращения холодной войны плоды биологии неизбежно приведут к очень быстрому ее развитию. В то же самое время внутренне присущий ей интерес будет втягивать в занятия биологией все больше и больше талантливых людей. Если не считать ядерную физику, то именно биология, и в особенности биохимия и биофизика, уже сейчас представляют собой самую увлекательную область научного исследования. Это объясняется тем, что биология выдвигает проблемы огромной сложности и что главным залогом успеха в их решении является острый творческий ум. Из того, что было найдено за последние полвека, сейчас очевидно, какой в целом слишком ограниченной и упрощенной точки зрения на организмы и их взаимодействия

придерживались ранние исследователи. Даже простейшие из этих организмов в тысячу или миллион раз превосходят по своей абсолютной сложности самые сложные системы, изобретенные человеком. В самом деле, если бы ранние биологи имели хоть какое-нибудь представление о порядке сложности объектов, которыми они занимались, у них, вероятно, не хватило бы духу приняться за это дело, ибо, как отмечал Маркс, человек не берется за проблемы, если только он уже не обладает средствами для их решения. По мере того, как будет возрастать армия биологов, будет расти и сложность тех проблем, которые они будут атаковать.

Прорыв в биологии?

Сейчас, как я попытался это показать, начинают появляться средства для разрешения этих проблем. Новые химические и физические методы уже преобразуют наши концепции в отношении не только биологических структур, но и биологических функций. Электронные микроскопы, меченые атомы и электронные регистрирующие приборы, взятые в их совокупности, обеспечивают нам новые измерения в биологии. Новые концепции химии полимеров и применение статистической теории в сочетании с электронными вычислительными машинами могут помочь нам в анализе их открытий, начиная с внутреннего строения вирусов и кончая поведением животных сообществ. С моей точки зрения, наиболее увлекательными проблемами являются в настоящий момент проблемы новых структур клетки и их биохимического значения, в том числе жизненно важные вопросы о роли белка, нуклеиновой кислоты и липоида, локализация и регуляция метаболических процессов, в особенности фотосинтеза, и более глубокое понимание деления клеток и половой конъюгации. Именно здесь мы повидимому осуществим прорыв к новым концепциям биологии. Серьезный прогресс на другом конце шкалы обещают, повидимому, также перспективы раскрытия проблем внутренней нервной регуляции организмов и связи между ними. С обеими этими группами проблем связаны перспективы создания более последовательной картины наследственности и эволюции, охватывающей весь период со времени зарождения жизни на этой планете, вплоть до возникновения человеческих обществ.

К новой биологической теории

Перспективы многочисленных достижений, охватывающих огромную область науки, настойчиво выдвигают на первый план постоянно растущую необходимость сотрудничества. Существенный прогресс в биологии необходимо представляет собой—безразлично, признается этот факт или нет,—широкую комбинированную операцию, ибо ценность работы каждого человека зависит от работы десятков других. Она требует хорошо организованной службы информации и известного чувства стратегии, которое не помешает распознаванию и использованию неожиданного.

Язык биологии

По самой сущности вещей биология не может быть такой простой, как физика или даже химия, поскольку она включает в себя оба эти предмета. Не может она также быть выражена и языком точной математики, ибо содержит слишком большое многообразие проблем, чтобы определять их путем перечисления. В самом деле, большинство попыток свести биологию к математике в силу самой их абстрактности и неуместности ведут к ошибкам, которые не были бы совершены, будь те же идеи выражены словами.

Тем не менее, поскольку мы должны уметь практически заниматься живыми организмами, нам следует найти соответствующий язык для того, чтобы определить их, думать о них и таким образом управлять ими рациональным, а не традиционным способом. Любой полезный биологический язык должен говорить о структуре и поведении организмов как таковых и соответствовать высшему уровню их сложности.

Новые обобщения. Диалектический подход

Даже сквозь хаос нынешнего состояния биологических открытий и споров мы начинаем видеть ту форму, которую примет этот язык. Сейчас становится все более очевидным, что назревают новые обобщения большой важности для биологии. Основные открытия биохимии, указывающие на лежащую в основе жизни химическую ее природу и химическое происхождение, еще должны быть переведены на язык общей биологической теории. Такая теория должна быть эволюционной по своей внутренней сущности, то есть, иными словами, она должна выявлять характер настоящего, как результат прошлого, воплощенного в биологических структурах и функциях. Более старый подход к эволюции был основан на внешней видимости и проявлении, новый не должен упускать из виду шкалу атомов, хотя при этом он никогда не должен упускать из виду и более крупные единицы организмов и обществ. Именно потому, что он должен увязывать развитие материи и историю, он может быть построен только на принципах диалектического материализма. Механистические теории, заимствованные из времен Ньютона, несовместимы по существу с историческим аспектом биологии. В физике обычно достаточно знать, как действуют системы. В биологии одинаково важно знать, каким образом они стали таковыми. Весь ход эволюции являет собой пример серийного последовательного производства новых форм, возникающих в основном из конфликтов, порожденных внутри предшествовавших этапов в результате противоречий, сложившихся внутри организма и в его отношениях к окружающей среде.

Ограничения, налагаемые на биологическую мысль

Неспособность к диалектическому рассмотрению биологии является одной из причин того, почему биологи в капиталистических странах так возмущены результатами изменений в биологическом исследовании и биологическом учении в Советском Союзе. Не понимая наблюдательного и научного по самому существу своему характера диалектического материализма, они позволяют себе легковерно воспринимать пропагандистские рассказы, которые изображают его как абсурдную метафизическую доктрину, навязанную ученым фанатичными политическими деятелями.

Этому тем легче поверить, что за небольшим исключением никто из биологов не видит необходимости сколько-нибудь коренного изменения в научном подходе к биологическим проблемам. Они хотят, чтобы игра велась по старым правилам, которые предполагают негативную и импоссибилистскую позицию по отношению к разрешению самых фундаментальных биологических проблем. Такой пессимизм поистине столь же необходим при капитализме на последних стадиях его развития, насколько неприемлем для исполненного жизненных сил социализма. Гораздо удобнее утверждать, что биологические изменения не могут быть поняты, а следовательно, и не поддаются управлению, чем признать, что никакое действительное управление ими невозможно по причинам экономического порядка.

Негативная позиция не может, однако, продержаться еще сколько-нибудь продолжительное время перед лицом нынешних социальных и экономических факторов, толкающих развитие биологии вперед. Проблемы растущего населения, а также статичного или сокращающегося снабжения продовольствием могут быть разрешены только с помощью активной, прогрессирующей в своем развитии биологии. Никакая общая система, как бы основательно она ни была установлена, не может бесконечно сопротивляться таким настоятельным требованиям человечества, особенно если в то же время существуют практические примеры полноценного использования биологии на службе человека. Само будущее биологии представляет собой столько же социальный, сколько и биологический вопрос, и те изменения, которым, повидимому, подвергнутся формы человеческого общества в этот переходный период, несомненно, преобразуют науку биологии, равно как и биологическую среду человечества.

Годы	Исторические события	Биохимия	Микробиология
1890	Колониальные войны	Возникновение биохимии	
	Рост монополий	<i>Бухнер. Энзимы</i>	<i>Ивановский. Растительные вирусы</i>
1900	Русско-японская война		<i>Лефлер. Животные вирусы</i>
	Первая русская революция	<i>Вильштеттер. Фотосинтез</i>	<i>Ландштейнер. Группы крови</i>
1910	Усиление напряженности между империалистическими государствами	<i>Гендерсон. «Пригодность среды»</i>	
	Первая мировая война		
1920	Русская революция	<i>Варбург. Дыхательные энзимы</i>	<i>Эрель. Бактериофаг</i>
	Послевоенный кризис	<i>Сведберг. Ультрацентрифуга</i>	
	Фашизм в Италии		
	Всеобщая забастовка в Англии		
1930	Общий кризис	<i>Самнер. Кристаллические энзимы</i>	<i>Стенли—Боуден—Пири. Кристаллизующиеся вирусы</i>
	Подъем нацизма	<i>Кейлин. Цитохром</i>	
	Гражданская война в Испании	<i>Кребс. Биохимические циклы</i>	<i>Энгельгардт. Ферментативные свойства мышечного белка</i>
1940	Вторая мировая война		
	Вторжение в Советский Союз	<i>Перуц. Рентгеновское исследование кристаллических белков</i>	<i>Эвери. Модифицированный штамм пневмококка</i>
	Освобождение. Холодная война	<i>Сангер. Аминокислотный порядок в белках</i>	Электронный микроскоп; изучение вирусов и бактериофагов
1950	Коммунистический Китай		
	Война в Корее	Синтетический АКТГ	
1955	Ослабление международной напряженности		

Биологические науки в XX веке имеют на этой таблице такое же подразделение, как и физиология. В таблице приведены только некоторые из важнейших достижений. В биологии в еще большем объеме, охватывающих два десятилетия; так, например, классический труд Ландштейнера о группах крови, соответствующий нескольким произвольным. Однако мы попытались указать даты достижения наиболее

Медицина	Цитология и эмбриология	Механизм управления	Наследственность, эволюция и экология
<i>Эйкман.</i> Бери-бери Изучение питания	<i>Ру и Дриш.</i> Экспериментальная эмбриология <i>Леб.</i> Искусственное оплодотворение	<i>Старлинг.</i> Электрокардиограф <i>Павлов.</i> Условные рефлексы	<i>Бетсон.</i> Вторичное открытие законов Менделя <i>Де Фриз.</i> Мутации <i>Шимпер.</i> Экология растений
Гопкинс. ВИТАМИНЫ		<i>Дж. С. Холдейн.</i> Дыхание <i>Шеррингтон.</i> Нервная система	<i>Глинка.</i> Почвоведение <i>Йогансен.</i> Чистокровные линии <i>Бетсон.</i> Сцепление
<i>Эрлих.</i> Хемотерапия Сальварсан	Множество исследований в области оплодотворения и деления клеток	<i>Уотсон, Келер.</i> Психология животных <i>Фон Фриш.</i> «Язык» пчел	<i>Морган.</i> Генетика дрозофилы
ГОРМОНЫ <i>Брантинг.</i> Инсулин <i>Дойси.</i> Гормоны яичников <i>Минс.</i> Фактор злокачественной анемии	<i>Гаррисон, Бел.</i> Культивирование тканей Развитие органов	<i>Бергер.</i> Электроэнцефалограф	Хромосомы и гены <i>Вольтерра.</i> Цепи питания <i>Миллер.</i> Рентгеновские лучи вызывают мутации
<i>Виндаус.</i> Витамин «Д» <i>Сцент-Дьерди.</i> Витамин С	<i>Шпеман.</i> Индуцирование Развитие зародышей, организатор	<i>Адриан.</i> Электрическая природа нервного импульса	<i>Фишер.</i> Статистическая теория эволюции <i>Дж. Б. С. Холдейн, Форд.</i> Экология и эволюция <i>Лысенко.</i> Яровизация
АНТИБИОТИКИ <i>Домагк.</i> Сульфамидные препараты <i>Флеминг, Флори, Чэйн.</i> Пенициллин	<i>Руска и Арденен.</i> Электронный микроскоп	<i>Юнг.</i> Поведение и нейрология осьминога	Дискуссия по генетике в Советском Союзе
Массовое производство пенициллина			
Другие антибиотики	<i>Выков.</i> Изучение организмов и тканей	<i>Ходжкин.</i> Химические изменения в нерве	
Кортизон; витамин В ₁₂	Разложение внутриклеточных структур. <i>Хакели.</i> Мускульные волокна		
Механизированная хирургия			

ческие науки. Колонки расположены так, чтобы примерно соответствовать подразделам главы 11, как шей степени, чем в физике, одно какое-то исследование может проводиться на протяжении периодов крови охватывает первые три десятилетия нашего века. Даты записей, отмеченных в таблице, являются решающих результатов научно-исследовательской работы.

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ В ИСТОРИИ

ВВЕДЕНИЕ

Знания человека об обществе, в котором он живет, приобретались и приобретаются до сих пор с гораздо большими трудностями, чем знания об окружающем человека материальном мире и живущих в этом мире животных и растениях. Взятые в целом науки об обществе являются самыми молодыми и несовершенными из всех наук, и не ясно, в какой мере эти науки в их настоящей форме вообще можно называть науками. В самом деле, как уже указывалось выше (стр. 249), английская научная традиция, оберегаемая Королевским обществом, отказывается признавать науки об обществе науками, а самый термин «наука» («science») в Англии и Америке—но не повсюду—сохраняется только за естественными науками. Как раз потому, что общественные науки имеют дело с побудительными причинами общественных поступков человека, они более тесно связаны с историей, чем естественные науки. Поэтому оценивать общественные науки следует при установлении разумной связи развития науки вообще с развитием общества.

Ввиду запоздания развития общественные науки, как группа наук, не имели той самостоятельности, которая была присуща естественным наукам XIX века, и привнесли в XX столетие много донаучных идей, унаследованных от религии и обычаев. Следовательно, для того, чтобы понять общественные науки нашего времени, необходимо во многом вновь возвратиться к тому периоду, о котором уже говорилось в предыдущих главах в связи с историей других наук. Поэтому мне кажется лучше разделить изложение данного вопроса на две главы. В первой, настоящей, главе (12) излагается история общественных наук до первой мировой войны, а во второй (13) рассматриваются общественные науки в более близкое нам время.

Эта глава начинается с краткой характеристики предмета и подразделений общественных наук, их основного отличия от физических и биологических наук. Вскрытые здесь причины отставания общественных наук выводятся не столько из внутренних особенностей или сложности объекта исследования, сколько из сильного общественного давления правящих кругов, препятствующих серьезному рассмотрению основ общества. Далее рассматривается способ успешного преодоления такого положения в социальных революциях, причем показывается, как в наше время это привело к возникновению и развитию двух враждебных друг другу систем общественной науки, соответствующих разделению на *капитализм* и *социализм*. Социалистическая система общественной науки начала оформляться вскоре после Французской революции, но только в «Манифесте Коммунистической партии», созданном Карлом Марксом и Фридрихом Энгельсом в 1848 году, она нашла свое полное и ясное выражение.

Начиная с 1848 года необходимо рассматривать развитие этих двух размежевывающихся систем общественной науки. Первая фаза этого развития, целиком относящаяся к всеохватывающей экономической системе капитализма, продолжалась до 1917 года. Эта дата является наиболее подходящей для окончания главы 12, хотя она точно не соответствует другой дате, выбранной, по разным соображениям, для начала новой эры физических наук (1895 год). Последующее развитие как капиталистической, так и социалистической систем общественной науки неразрывно связано с их более ранними формами, однако с 1917 года каждая система находит свое наиболее полное выражение в опре-

деленном обществе. Развитию и взаимодействию этих двух систем общественной науки посвящена глава 13.

Я понимаю, что такое изложение нарушает временную последовательность изложения в книге, однако оно кажется мне наиболее предпочтительным. Некоторые читатели, возможно, предпочтут, как я указывал в предисловии, прочесть исторические разделы этой главы отдельно, вместе с частями I—V, и от главы 11 сразу перейти к главе 13. Так, раздел 12.2 связан с частью I, раздел 12.3—с частью II, раздел 12.4—с частью IV, разделы 12.5—7—с частью V. Необходимость иметь дело с двумя потоками идей начиная с 1848 года создает дополнительные трудности. Тут можно было бы излагать одновременно и по порядку весь ход развития и академической и марксистской общественных наук. Принятый же в этой книге ход изложения, когда развитие общественных наук делится на две части—до 1917 года и после—и когда обе системы общественной науки рассматриваются параллельно, представляется наиболее приемлемым, ибо в этом случае современные идеи рассматриваются в более тесной связи друг с другом. Во всяком случае, рассмотрение взаимодействия исторических событий и общественных идей должно принимать форму своеобразного *контрапункта*, где объединяются различные темы.

12.1. ОБЛАСТЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ НАУК И ИХ ХАРАКТЕР

Общественные науки можно разделить на две большие группы: *описательные* и *аналитические*, хотя, естественно, ни тот ни другой термин не являются исключительными. Описательные общественные науки, такие, как *археология*, *антропология* и *социология*, описывают общества прошлого и настоящего, их структуру, взаимоотношения и развитие. Эти науки можно сгруппировать в более широкую категорию человеческой *истории*. Аналитические общественные науки пытаются вскрыть основополагающие отношения, определяющие различные стороны поведения обществ, обращая особое внимание на современные общества. К этой категории, естественно, относят *экономические учения*, *юриспруденцию*, *науку политики* и *педагогiku*. По причинам, которые будут указаны ниже, аналитические науки включают в себя многое из *психологии* и *философии*, в частности *нравственную философию* (этику) и *эстетику*.

Общественные и естественные науки

Все эти области знания можно классифицировать как науки лишь постольку, поскольку они используют научные методы, применяемые в естественных науках, то есть поскольку они опираются на материальную основу и поскольку их правильность можно проверить успешным предвидением и практической применимостью. В общественных науках это делалось в весьма ограниченной степени ввиду внутренне присущим им специфических трудностей, которые будут рассмотрены ниже. Следовательно, многие части этих учений являются науками лишь по обычаю или в целях исследования—они незаметно сливаются с ненаучными формами *религии*, *литературы* и *искусства*, теми областями человеческой деятельности, которые имеют дело со связью идей, образов и чувств, которые все вместе вливаются в культуру общества и обеспечивают ее жизнеспособность и развитие. В самом деле, многое из лучшего в общественной науке настоящего и прошлого заключено в романах и поэмах, в пьесах и кинофильмах. Связь общественной науки с практикой, то есть с управлением обществом, также менее определена и более производна, чем связь естественных наук с управлением материальным миром. *Бизнес*, *организация промышленности*, *управление*, *право* и *политика*—все это практически общественная деятельность, однако в ней еще вовсе не применяются общественные науки. Действительно, многие общественные науки являются просто переводом на язык науки современной практики ремесел и свободных профессий.

Именно эта связь с деятельностью групп заинтересованных лиц, а не с различным материальным миром больше какого-либо другого фактора мешала общественным наукам приобрести сравнительно независимый характер, присущий естественным наукам. С точки зрения марксизма естественные науки имеют дело главным образом с *производительными силами* общества, а общественные науки имеют дело с *производственными отношениями* и идеологической *надстройкой*, созданной для поддержания и оправдания этих отношений. Даже без марксистского анализа очевидно, что развитие общественных наук в капиталистическом мире намного отстает от развития естественных наук. Общественные науки в своем развитии достигли сейчас той ступени, которая в некотором отношении напоминает положение естественных наук до Галилея и Ньютона. Они по существу являются дискурсивными и классификаторскими науками; и хотя в наше время эти науки прибегают к статистическим измерениям, у них все еще нет достаточно планомерного или контролируемого эксперимента—критерия практики при их применении, что поставило естественные науки начиная уже с XVII века на прочный материальный фундамент. Как обычно говорят, общественные науки представляют собой остроумные, но безрезультатные слова. Они годятся для выбора темы диссертации и для получения ученой степени, годятся, чтобы занять преподавательское место, работать в рекламном бюро или в ученом совете. Но ученые, занимающиеся общественными науками, при всей их полезности не столь необходимы в капиталистическом мире, как химики и инженеры.

Причины отставания общественных наук

Ныне выдвигается много причин, объясняющих отсталое состояние общественных наук, и очень важно с самого начала выяснить, какие из них являются действительными, а какие лишь внешними и обманчивыми. Во-первых, для доказательства того, что общественные науки по самой своей природе не могут быть аналогичны естественным наукам, выдвигаются две причины философского характера. Наименее важным и легко опровергаемым аргументом является мнимая невозможность эксперимента в общественных науках. В настоящее время совершенно ясно, что без эксперимента не может быть полноценной науки. Однако проведение таких экспериментов и наблюдений мешает не нечто внутренне присущее общественным наукам, а некоторые явления в изучаемом ими обществе. При капитализме можно проводить лишь сравнительно незначительные общественные эксперименты. Самый крупный подобный эксперимент, предпринятый Администрацией долины реки Теннесси (стр. 516) лишь во время глубокого кризиса, был связан рядом ограничений и нигде и никогда больше не повторялся скорее вследствие своего успеха, чем провала. Причина невозможности нормального проведения широких экспериментов при капитализме заключается главным образом в том, что для любого подобного эксперимента требуется полное и свободное сотрудничество участвующих в нем людей без ограничений, которые ставятся им почтительным отношением к частной собственности, законным интересам и прибылям. Такие «эксперименты», которые действительно имеют место, например создание общественных служб, изобретаются и проводятся администраторами для политиканов и являются столь ограниченными в своем применении к общественной жизни, что их едва ли можно назвать научными. В лучшем случае они проводятся для народа, но никогда—самим народом.

С другой стороны, широкие общественные эксперименты являются правилом в новых, социалистических странах. Там общество, развивая промышленность и сельское хозяйство, сознательно изменяет условия своей жизни и на основании полученных результатов учится способам планирования дальнейших преобразований. Там и инициатива идет также от самих рабочих и крестьян, как об этом свидетельствует движение стахановцев и рабочих-новаторов.

В качестве второй причины отставания общественных наук выдвигается то, что они по своей природе отличны от естественных, ибо в общественных науках

исследование включает в себя чуждые естественным наукам «суждения ценностей». Говорят, что такие абсолютные и вневременные понятия, как справедливость и красота, всегда находятся вне сферы применения научного метода. В настоящее время это—преднамеренный обскурантизм, который не становится лучше от того, что он происходит от наиболее достойных уважения древних источников (стр. 114). Напротив, функция общественных наук состоит именно в том, чтобы дать анализ и объяснение этих «ценностей» в их общественной и исторической связи и показать, как они должны измениться при общественных преобразованиях будущего.

Кроме этих иллюзорных причин отставания общественных наук, остаются три другие, имеющие известную достоверность. Первая из них заключается в том, что общественные науки в отличие от физических и биологических наук изучают общество, частью которого является сам человек, и, следовательно, наблюдатель и наблюдаемое настолько переплетаются, что действительно научный подход становится затруднительным, если не совсем невозможным.

Вторая из этих причин заключается в том, что так как человеческое общество—это не просто сумма индивидов, из которых оно складывается, то его изучение должно быть более сложным, чем изучение психологии человека. Соответственно, так как человек—это самое сложное животное, то изучение человека должно быть гораздо более сложным, чем изучение, проводимое в биологических и физических науках. С этой точки зрения сама трудность предмета принимается за достаточное объяснение медленного прогресса в его изучении.

Третья причина отставания общественных наук связывается с изменяющимся характером общества. В других науках прогресс может происходить путем все большего приближения к познанию неизменной или повторяющейся системы *природы*, как это имеет место в физических науках, или системы вроде органической эволюции, где изменения происходят столь медленно, что их трудно уловить. В обществе изменения происходят быстро, и едва общественные науки успевают проанализировать сложившуюся к данному времени ситуацию, как она уже изменилась и превратилась в совершенно иную ситуацию. Печальным примером этого могут служить увертки экономистов, следующих классической традиции, накануне глубокого кризиса 1929 года. Эти экономисты к тридцатым годам XX века дали, как им казалось, превосходный анализ экономического равновесия, создавшегося в результате свободного обмена и беспрепятственной конкуренции. Однако уже в пятидесятые годы это положение имело мало общего с действительностью. Империализм, монополии и государственные ограничения были теми факторами, внутреннюю природу которых экономисты-классики не смогли понять. Они пытались рассматривать эти факторы как нежелательные внешние препятствия развитию свободной экономики, а не как естественные продукты ее внутренней эволюции. Это не единичный пример. Общественные науки, которые должны были бы идти впереди общественного прогресса, на практике, в условиях современного капитализма, очевидно, навсегда осуждены тащиться годами или десятилетиями за теми событиями, которые они призваны анализировать.

Нельзя отрицать того, что эти три последние причины относятся к специфическим трудностям, с которыми сталкиваются общественные науки. Однако весьма сомнительно, чтобы все эти причины, вместе взятые, могли объяснить отставание общественных наук: они скорее похожи на оправдание отставания, чем на его причины. Подобные трудности не мешали физическим наукам, которые нашли способы копировать субъективно извращенные, чрезвычайно сложные и быстро меняющиеся явления.

Общественная наука на службе установившегося строя

Гораздо более существенным фактором отставания по сравнению с перечисленными выше является фактор, присущий самому обществу, который действовал и поныне действует наиболее эффективно, препятствуя становлению любой

истинно беспристрастной общественной науки в данных условиях классового общества. История общественных наук достаточно ясно показывает, что действительные причины, которые сдерживали развитие общественных наук, были серьезными и позитивными, обуславливаемые теми, кто управлял обществом и извлекал преимущественную выгоду из его организации. На протяжении всей писаной истории человечества, а также, повидимому, огромного периода неписаной истории было весьма опасно слишком пристально всматриваться в механику действия своего собственного общества. Правящий класс всегда был заинтересован в общей вере как членов господствующего класса, так и членов подчиненных им классов в то, что общественный строй, обеспечивающий господствующему классу его привилегии, на веки вечные установлен богом. С развитием капитализма и крушением века верований подобные санкции утратили свою силу. Например, строфа, содержащая следующие строки:

Богатый в замке своем сидит,
Бедняк—у своих ворот;
Кого высоко, кого пониже поставил Бог
И тем упорядочил их доход —

была наконец (1950) тактично исключена из «Древних и современных гимнов». Тем не менее все еще считается, что общественные и юридические формы представляют естественный порядок, основанный на неизменных законах экономики. Тщательное исследование структуры или механики действия общества может вскрыть деспотические и недопустимые черты его, которые могли бы расшевелить послушных подданных или, в более позднее время, свободных и независимых избирателей. Вот почему Платон в своем «Государстве» для простых людей умышленно создавал мифы вместо рационального объяснения (стр. 113). Вот почему в дни своего господства церковь рассматривала обязанности человека по отношению к своим соседям и власти (учение об этих обязанностях занимало тогда место общественной науки) как область теологии и исключительно как свое собственное дело. Вот почему даже теперь считают, что общественные науки не являются подходящим предметом для изучения в учебных заведениях (стр. 609).

Весьма характерно, что люди, равнодушные к занятиям общественными науками, не занимались ими потому, что полагали, будто предмет этих наук с философской или практической точки зрения не поддается исследованию. Они вовсе не считали, что трудно найти правильные ответы. Они уже знали их безо всяких утомительных поисков, с помощью научных методов. Эти ответы были либо самоочевидны, либо (когда они были слишком абсурдны для любого мыслящего человека, чтобы самому до них додуматься) представляли собой божественное откровение.

Представление об обществе, которое на протяжении веков внушалось простому человеку высокопоставленными лицами, было обычно простым и ясным. Нормы общественного поведения определялись *обычаями, учреждениями* и *моралью*, или, другими словами, принципом: делай то, что все делают, или неси наказание. Однако эти нормы ввиду заинтересованности лиц, способствовавших их закреплению, никогда не могли быть *справедливыми*, хотя этот факт и не признавался. Также и теория, призванная оправдывать эти нормы поведения, не могла быть *истинной* или *научной теорией*. В предыдущих разделах книги было наглядно показано, что почти на каждой ступени развития общества заинтересованные классы сдерживали развитие естественных наук и извращали их. Так как общественные науки непосредственно дают очень мало или ничего не дают материальному производству и поскольку люди несравненно больше были заинтересованы в их извращении, то неудивительно, что эти науки влачили более жалкое существование. Короче, отставание и бесплодность общественных наук происходят вследствие той обычно упускаемой из виду причины, что во всех антагонистических обществах общественные науки неизбеж-

но являются *продажными*. Ни одна подлинная наука об обществе, которая не начинается с признания этого факта продажности, не может существовать. Ее также нельзя будет полностью применить до тех пор, пока не исчезнут антагонистические классы.

Общественные изменения порождают общественную науку

Нельзя сказать, что общественная наука вообще невозможна в антагонистическом обществе—она может появиться в нем, но лишь благодаря его изменениям. На первый взгляд, сохранение обычая без рассуждений принимать все так, как оно есть, может показаться достаточным, чтобы предотвратить общественные изменения. Однако в этом случае не принимают во внимание эволюцию самих обществ под влиянием и вследствие роста новых производительных сил и соответствующих им производственных отношений. Общества время от времени раздираются борьбой между представителями старых господствующих классов, пытающимися сохранить существующие производственные отношения, и представителями новых мятежных классов, которые волею-неволею должны пытаться разрушить эти отношения, мешающие им использовать новые производительные силы. Главным содержанием человеческой истории была последовательная смена сконцентрированной экономической и социальной напряженности быстрой ее разрядкой; именно в эти периоды разрядки, или периоды революции, проверялись и переделывались теории о природе общества.

Религия и общественная борьба

Великие мировые религии возникли в ранних цивилизациях в эпоху смут и беспорядков, причем вопросы, на которые они пытались ответить, были главным образом животрепещущими общественными вопросами (стр. 101). Конфуций и Лао-цзы; Гаутама и Махавира; Заратуштра, древнееврейские пророки, Христос и Магомет—все они действовали во времена великих экономических и общественных преобразований. Они подвергали уничтожающей критике существовавшее в то время общество и последовательно создавали новые системы прав и обязанностей человека. Правда, эти системы выражались в религиозной форме, а реформаторы часто претендовали на восстановление справедливых и прочных отношений прошлых времен. Однако в общественной жизни нет пути назад, и великие религиозные реформаторы превращались, помимо своей воли, в общественных новаторов. В качестве таковых они становились основателями общественной науки в той же мере, в какой натурфилософы Египта, Вавилона и Греции были основателями физической науки (стр. 81, 101).

Новые общественные взгляды, новые виды идеологии не просто возникли из борьбы критических периодов; они сами явились могучим оружием в деле преобразований общества и установления нового строя. Теория общества никогда не бывает пассивной догмой: она всегда либо активно поддерживает общественную систему, либо разрушает ее. Великое буржуазное освободительное движение против оков феодализма—Ренессанс, Реформация, восстания и революции XVI, XVII, XVIII столетий—происходило в то время, когда колебались самые основы общества. В этот период, на первых порах еще не выходя за рамки религии, начало ощущаться влияние новых естественных наук и, можно сказать, зародилась общественная наука как определенная научная дисциплина. Именно в это время впервые оформилась всеобъемлющая, хотя и недостаточно точно определенная, доктрина либерального индивидуализма, которой суждено было стать господствующей доктриной в идеологии капитализма.

В XIX веке, когда рабочий класс от имени социализма бросил вызов капиталистическому устройству общества, начался новый цикл общественной критики и понимания. С тех пор эта критика нарастала, понимание увеличивалось и достигло наивысшей точки в наше время—в период невиданных преобразований и напряженности. Никогда еще область общественных наук—сама струк-

тура общества, а также права и обязанности каждой личности в обществе—не была предметом таких скрупулезных и страстных споров.

Однако между этими периодами напряженности происходит закрепление привилегий и вместе с тем постепенное замораживание общественной науки как религиозной и политической ортодоксии. Это ведет к уклонению от социальных исследований из-за боязни, что такое исследование может стать основой для дальнейших общественных преобразований. В наш век можно наблюдать как консервативные тенденции, так и тенденции к преобразованию. В орбите так называемой «западной цивилизации», то есть в капиталистических странах по обе стороны Атлантического океана, мы можем наблюдать последнюю стадию общего подавления и мистификации учения об обществе. Настойчиво утверждается, что изучение общества—это область чистой и объективной науки, совершенно оторванной от непосредственного участия в общественных преобразованиях. Хотя это и позволяет отнести общественные науки к категории респектабельных физических и естественных наук, в то же время такое отношение к общественным наукам отнимает у них возможность экспериментальной проверки—единственного средства надежного прогресса. Общественная наука становится средоточием безвредных банальностей да бессвязных эмпирических дополнений. К общественным наукам взывают лишь там, где они должны оправдать существующий строй либо прямо—указывая на гармоничность, присущую данной общественной системе, либо косвенно—указывая как на невозможность, так и на безнравственность любой попытки преобразовать эту систему.

Тем временем не только в социалистической части мира—в Советском Союзе, странах народной демократии и Китае,—но и повсюду, где люди сообща выступают против гнета антагонистического общества и борются с ним, возник новый тип общественной науки. Эта наука начинается с другого: она является практической общественной наукой, с помощью которой сами люди *изменяют* свои общественные отношения вместе со своей материальной средой и в то же время вскрывают принципы и механику действия общества. Такова первая цельная общественная наука, ибо здесь так же, как и в других науках, прочная основа человеческого знания может быть заложена только благодаря практике и возникнуть она может также только из практики.

Исторический элемент в общественных и естественных науках

Тот факт, что общественные науки тесно связаны—и должны быть тесно связаны—с политической и экономической борьбой, отличает их (по положению, а не по виду) от физических и биологических наук. Ибо, как отмечалось в предыдущих главах, последние также гораздо больше, чем это обычно признается, связаны с общественными событиями. К тому же тот факт, что общественные науки имеют дело с быстро и необратимо изменяющимися явлениями, хотя и значительно, но также лишь по положению отличает их от других наук.

Методы как естественных, так и общественных наук изменяются по мере их развития, однако если до самого последнего времени изменения в естественных науках зависели только от успехов познания, то у подавляющего большинства общественных наук изменяется не только метод, но и еще быстрее—изучаемая ими область. В самом деле, главным образом история, а также и другие общественные науки, поскольку они являются историческими, уделяют основное внимание самому изменению. Хотя методы подбора фактов, касающихся прошлого или настоящего, разработанные в таких науках, как археология или антропология, могут изменяться сравнительно медленно, методы объяснения этих фактов изменяются вместе с опытом, почерпнутым из исторических движений современности. Эта тенденция, всегда существующая в исторических учениях (история была изучена в значительной степени благодаря тому, что представители обеих сторон происходивших тогда споров опирались на ее данные), была в полной мере осознана только под влиянием марксизма^{1,5}.

Открытому признанию правильности этого положения в большинстве академических кругов все еще оказывают сильное сопротивление, тогда как страсти к изучению древней истории и антропологии возникло главным образом вследствие желания уйти от трудностей, вызываемых необходимостью эффективно, то есть практически, анализировать и изучать природу наших собственных обществ. Мы все еще гораздо больше знаем социологических и статистических подробностей об экономической жизни деревни Западной Африки, чем о промышленном городе Англии. Это происходит в значительной степени потому, что, по крайней мере, до самого недавнего времени казалось разумным рассматривать африканскую деревню как устойчивую, менее всего изменчивую сущность, преобразующуюся только в интересах существующей власти, которая делает это, что само собой разумеется, всегда в интересах туземцев. С другой стороны, население промышленного города могло бы пожелать чрезвычайно многого, если бы оно узнало, что возможно сделать благодаря эффективному общественному изучению, в котором приняло бы участие это население.

Такая критика эскапизма не в полной мере относится к лучшим работам по изучению общественного устройства первобытных или исчезнувших общин. Такие исследования^{2,49} уже во многом проливают свет на то, что мы считаем само собой разумеющимся в современном обществе, показывая нам, насколько наши понятия о «человеческой природе» или «самоочевидных истинах» представляют собой идеи, сохранившиеся просто ввиду некритического заимствования из забытого прошлого, а также потому, что они оказались наиболее подходящими для современного господствующего класса^{6,135}.

Спонтанное изменение в обществе и природе

Теперь мы начинаем усваивать, что *исторический* аспект, крайне важный в общественных науках, играет большую роль и в биологических науках, где мы называем его эволюцией, и даже в физических науках (стр. 540). Вся совокупность естественных наук имеет гораздо больше общего с общественными науками, чем мы думали раньше, и очень во многом, хотя и не столь очевидно, как общественные науки, она контролируется господствующими классами различных обществ, способствующими развитию науки и оказывающими на нее свое влияние. В этом отношении общественные науки также вносят свой вклад в дело развития всех остальных наук. В обществе, и только в обществе, мы без труда можем неоднократно наблюдать действие реально спонтанных изменений, то есть изменений, возникающих внутри самой системы, а не просто вследствие воздействия на нее внешних влияний. Снова и снова в ходе истории даже в наше время повторяются такие изменения, или революции, причем они поддаются изучению. Правда, раньше из-за недостатков в объяснениях этим изменениям часто приписывалось тривиальное или сверхъестественное происхождение, однако с ростом познания общества становилось все более очевидным, что они порождаются внутренними конфликтами.

Именно наблюдение за общественными изменениями в период серьезных преобразований середины XIX века привело Маркса, как мы увидим ниже (стр. 557 и далее), к пониманию по существу диалектического характера спонтанных изменений в обществе.

Место общественных наук в науке вообще

По принятой системе классификации наук общественные науки помещаются в самом конце ряда, начинающегося с математики и идущего через физику и химию к биологии животных, к биологии человека, к психологии и, наконец, к социологии. Согласно этой точке зрения, научное познание начинается с точных наук и кончается общественными науками. В действительности такая расстановка наук маскирует и извращает отношение человека к обществу. Вся эта схема, по существу религиозного происхождения, подобна тем, которые рас-

смаатривают происхождение человека и возникновение общественного строя как божественные установления, а не как естественное саморазвитие из животного состояния. Первоначальное оформление человеческих обществ благодаря совместному труду, развитию языка и передаваемым из поколения в поколение навыкам к труду помогло создать психологию человека в том виде, в каком мы ее знаем, и коренным образом изменило ее материальную основу—мозг и тело человека. Известные стороны психологии—изучение таких способностей, которые общи человеку и животным, вроде остроты слуха или механизма образования представлений в мозгу,—по существу являются частью биологии (стр. 499 и далее).

Тем не менее психология в основном имеет дело с таким человеком, каким его создало общество. Ибо специфической чертой человечества в целом, отличающей его от всех необщественных видов животных, является постоянство и непрерывность общественной интеграции. Даже наиболее сложные общества животных не имеют ничего такого, что приближалось бы к практике воспитания и традиций, которую мы находим в самых первобытных человеческих группах. Человек, строго говоря, не может существовать вне общества. Каждый из нас с самого момента своего рождения проходит сложную систему так называемого «воспитания» (*«bringing up»*) с бесчисленными традиционными действиями и ответными реакциями, установленными и закреплёнными обычаем на каждой ступени человеческой жизни от колыбели до могилы,—то и другое в данном случае дело общества. В самом подлинном смысле слова *человек—это цивилизовавшее само себя животное* (стр. 48). Все, что мы называем «естественным» или «человеческой природой», целиком является продуктом общественных условий жизни человека. Когда мы говорим, что эти условия неизменны, что существует такая вещь, как не подверженная изменениям человеческая природа, то мы либо повторяем неправильное утверждение о неизменности общества самого по себе, либо выражаем пожелание—довольно искренне разделяемое некоторыми людьми,—чтобы общество вообще не изменялось. Психология человека, его желания, страхи, слабости и добродетели представляют собой часть этого самостоятельно существующего общественного уклада, который постоянно изменяется и все-таки сохраняет неразрывную связь с укладами более ранних времен. Общественные науки не образуют некую группу обособленных учений, а являются единым исследованием единого развивающегося общества, сколько бы ни было его разветвлений и как бы они ни различались между собой.

Ценности как общественные творения

К области общественных наук относится не только психология. Сюда же относится исследование целой группы античных воззрений, которые мы называем философией и религией с их подразделениями: этикой, моралью и эстетикой. Так называемые вечные ценности, освященные Платоном,—*добро, истина и прекрасное*,—созданы обществом и не имеют никакого смысла вне общества (стр. 114). Более того, они развиваются и изменяются вместе с обществом и любая попытка закрепить их или превратить в вечные ценности представляет собой просто попытку закрепить определенные формы общества, попытку, всегда обреченную на провал.

Это не значит, что нет никаких реальных ценностей. Всякое достижение человека в понимании и улучшении своих отношений со своими ближними есть положительное достижение, столь же реальное, как и техническое достижение. Однако эти достижения воплощаются не в материальных объектах, как это имеет место в технике, а в общественных учреждениях, которые часто даже более постоянны. Существуют добрые поступки, истинные утверждения и прекрасные вещи, но они являются делами и поступками реальных людей; а ценности, которые они представляют, являются не пустыми абстракциями, а накопленным в течение веков человеческим опытом. Однако вклад творцов чело-

веческих ценностей—поэтов, строителей и революционеров прошлого и настоящего—не потерял; он стал неотъемлемой частью общечеловеческой традиции.

Тем не менее, так как эта традиция всегда развивается и изменяется, данные ценности не могут представлять собой нечто законченное, чем должно ограничиться будущее. Добро, истина или прекрасное со временем изменяются. Новые и более сложные общества выдвигают более строгие требования, с которыми могут справиться только люди этих обществ. На протяжении всей истории в обществе происходит борьба между силами будущего, порождающими новое, с силами старого, которые стремятся задушить новое.

Великие творения человечества в области морали, науки и искусства порождаются на каждой ступени борьбы прогрессивными силами. Именно поэтому они имеют общий характер, содействуют борьбе в последующий период и вдохновляют ее. В этом смысле—и только в этом смысле—они действительно представляют собой вечные ценности. Взятые слепо, как непреложные истины, эти ценности могут быть использованы в последующие эпохи для того, чтобы задерживать общественное развитие. В таком случае против них надо бороться, их надо сломить: новое вино не следует хранить в старой бочке. Только признав тот факт, что отношение к ценностям в обществе изменяется, мы сможем понять более глубокую и далекоидущую природу самих ценностей, а также плодотворно и гармонично использовать их в деле построения нового общества.

Методы общественных наук

Общественные науки отличаются от естественных наук не только своим предметом, но и методом. В этом отношении с общественными науками дело обстоит гораздо хуже. К изучению общественных проблем сначала последовательно применялись, а теперь применяются одновременно три различных и несовместимых друг с другом метода: литературный, биологический и математический. Как будет показано в следующих разделах, отсутствие метода, удовлетворяющего требованиям сложной природы саморазвивающихся человеческих обществ, нанесло серьезный ущерб общественным наукам. От непосредственного применения к общественным наукам методов других наук, особенно метода биологии, были получены крайне упрощенные, лживые и опасные выводы. Использование статистики часто придавало общественным фактам обманчивую видимость точности.

Споры, непоследовательность и непонятность суждения ученых, специализирующихся в области общественных наук, создали в широкой публике мало утешительное мнение о том, что общественная наука совершенно отлична от естественной науки. Попытка представить дело именно таким образом опрометчива; это в лучшем случае заблуждение, а подчас и злонамеренный обман. Преподавать общественную науку, не понимая ее,—значит превращать такое преподавание в пустую трату времени; это создает ложное представление о наличии определенного знания и тем самым на деле мешает изучающим увидеть наиболее простые факты, на которые они могли бы сами обратить внимание без всякой науки вообще.

Существование классов и наличие эксплуатации бедных богатыми на протяжении четырех тысячелетий было наиболее важным фактором общественной жизни. Однако «наука» об обществе гораздо больше старалась оставить этот факт без внимания или оправдать его, чем изучить его и сделать выводы из самого этого факта. То, в чем нуждается общественная наука для разрешения основных вопросов (а не для увиливания от них),—это поменьше прибегать к тщательно разработанным техническим приемам других наук и побольше проявлять смелости.

Однако требовать этого—значит игнорировать те общественные причины, которые сделали общественную науку такой, как она есть. Чтобы понять это, мы должны сначала исследовать более тщательно ее историю.

12.2. ИСТОРИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ НАУК

Общественная наука в древности

Ниже дается краткий и формальный анализ общественных наук, их связи с естественными науками и другими аспектами культуры. В интересах полноты такого анализа необходимо, особенно по отношению к общественным наукам, исследовать их историю в связи с общим историческим движением. Однако эта взаимосвязь, являющаяся основным предметом рассмотрения в данной книге, весьма различна в естественных и общественных науках. С одной стороны, общественные науки мало или несколько не содействовали изменениям производственных методов, от которых зависели все постоянные улучшения судьбы человека; с другой, они гораздо теснее естественных наук связаны с изменениями в экономических и политических учреждениях общества. К тому же общественные науки более явно связаны с донаучными традиционными идеологиями—религией и философией. Поэтому для более полного понимания общественных наук необходимо возвратиться к самым истокам человеческого общества.

Общественная наука первобытного человека: обряды и мифы

Происхождение человека и общества рассмотрено нами в предыдущих главах (стр. 43 и далее). Представления человека о своем происхождении, возникшие из обрядов и мифов, не могли выходить за пределы того общества, которое было ему известно. Многочисленные примеры такого представления мы видим в мифах ныне живущих нецивилизованных народов (стр. 56), и мы вполне можем предположить, что то же самое было свойственно и первобытному человеку, так как, судя по материальным остаткам той эпохи, у этого человека были весьма сходные обряды. Эти обряды при помощи подражания или символики напоминали о важных событиях действительной жизни человека и предполагали практическую веру в магическую власть человека над природой. Целью этих обрядов, а также песнопений и мифов было прежде всего обеспечение пищи или других желаемых благ. Почти такой же важной, хотя и не столь отличимой от нее целью было поддержание общественного уклада. Обычные *rites de passage* (церемонии прохождения.—Перев.) от одной ступени жизни к другой—обряды рождения, посвящения, свадьбы и, наконец, похорон—церемонии, которые до сих пор сохраняются в таинствах,—все они представляли собой отображение и закрепление необходимых отношений общественной жизни. О важности и силе мифов и обрядов говорит тот факт, что, несмотря на преобразования и возникновение совершенно иного образа жизни, до сих пор среди нас имеет хождение большое количество этих старых мифов и обрядов, оберегаемых сохранившимися религиями настоящего, а также общепринятыми обычаями, которые сохранились от религий прошлого.

От мифов к морали

Когда же общественная жизнь усложнилась и возникли классы, оказалось, что такие мифы уже недостаточны. Приятно проследивать процесс цивилизации общества, переходя от раннего магического и мифического анализа общества к такому, который становится моральным и рациональным,—другими словами, к анализу общества, более соответствующего организации и техническим потребностям городской жизни (стр. 67 и далее). Это—естественный процесс, как это видно из того, что он параллельно развивался в древнем Китае, Индии, на Ближнем Востоке и даже в американских обществах^{2.4 7а}. Во всех этих случаях старое представление не уничтожается, а ему придается новый смысл. Подлинник кодекса поведения древних евреев, найденный в настоящее время в книге «Левит» («Leviticus»), представлял собой большей частью первобытные племенные табу и магические наставления^{2.42а}. Десять заповедей, которые мы знаем из книги «Исход» («Exodus»), являются результатом последующих

изменений, когда морализирующее влияние цивилизации уже успело подорвать старые иррациональные племенные обычаи.

Преобразования идут следующим образом: сначала избегают таких поступков, как, например, употребление в пищу животных, представляющих собой тотем, так как это запрещено делать (*ne-fas*—роковой) или точнее—так как все твердо убеждены в том, что это само по себе навлечет на племя болезни или голод. В период варварства действие природных сил воплощается в такую форму: «Такие-то действия являются нечестивыми и навлекут гнев богов» на тех, кто будет так действовать. И лишь когда мы вступаем в эпоху цивилизации, мы узнаем, что такие-то поступки рассматриваются как, по существу, аморальные. В этом процессе более наглядные элементы либо вовсе исчезают, либо сохраняются только аллегорически, становясь в конце концов просто декорацией, как бумажная лошадь, сжигаемая на китайских похоронах, или наше собственное суеверие насчет просыпанной соли.

Мы не должны обманываться, полагая, будто этот процесс соответствовал какому-то действительному улучшению морали; в действительности дело обстояло скорее наоборот. Культура дикаря одинаково не требовала ни внутренних санкций морали, ни внешних санкций закона. Законодательство как таковое появилось только тогда, когда усилились классовые различия и когда надо было защищать собственность и привилегии. Введение законов, запрещающих известные поступки, свидетельствует не об отсутствии таких поступков, а скорее о столь большом количестве случаев, что их нельзя было больше игнорировать. Возникновение сознательных моральных норм соответствует переходу, о котором уже говорилось, от племенного бесклассового общества, где продукты были общим достоянием, к классовому обществу, где собственность присваивается частным образом.

Развитию классовых обществ также соответствовало, как мы уже видели (стр. 62), превращение в первобытную науку той части обрядов и магии, которая имела отношение к господству над внешним материальным миром. Теория общества, воплощенная в религиозных мифах, стала необходима только тогда, когда надо было оправдать и защитить несправедливый строй. Официальная мораль, как и соответствующие ей нормы права, является по существу двусторонней. С одной стороны, она увещевает большинство населения, то есть бедных и униженных, воздержаться от действий, которые стеснили бы господствующие классы, с другой,—она создает атмосферу уважения к этим господствующим классам, учреждая идеалы права и справедливости, убеждающие людей в том, что гнет останется в определенных пределах. Интересно отметить, как много библейских заповедей увещевают богачей ограничить свою жадность^{2.42a}. Когда классовые общества начинали клониться к упадку и раздирались противоречиями, официальная мораль все больше стремилась опираться на религию, где к воображаемым богам, символически изображаемым статуями и эмблемами, относились с большим благоговением, чем к богатым вождям и жрецам, по образу которых эти боги первоначально были созданы.

Философия благородных

Именно на этой ступени как в общественных, так и в физических науках теория отрывается от практики, книжная ученость правящих—от традиционного знания их подданных, и этот процесс наиболее отчетливо виден в философских системах ранних цивилизаций Индии, Китая и Греции. Происходит разрыв между философией и знанием, необходимым для правящего—человека высшего сорта, благородного Конфуция, брамина Индии или древнегреческого философа, с одной стороны, и более элементарным знанием и основанной на древних обычаях практикой простого народа,—с другой (стр. 101). В этих трех центрах цивилизации (а также, повидимому, в Вавилоне и Египте, хотя о них мы знаем гораздо меньше) сознательно пытаются систематизировать знание об обществе в интересах лиц, готовящихся к управлению государством или

призванных к этому. Подобные мнения можно найти в китайских классических произведениях, в частности в произведениях, известных как «Великие учения», где недвусмысленно утверждается, будто основная ценность философии состоит в том, что она служит руководством для искусного управления:

«Неодушевленное имеет предшествовавшее и последующее, человеческие дела—свой конец и свое начало. А знание того, что происходит сначала и что—потом, подводит к Пути. Люди прежних времен, желая блистать силой своего характера во всей Поднебесной, прежде всего должны были умело управлять государством. Желая этого, они должны были сначала установить порядок и согласие в своей собственной семье. Желая этого, они должны сначала воспитать самих себя (hsin shen). Желая этого, они должны были сначала упорядочить свой ум. Желая этого, они должны были быть сначала искренними в своих намерениях. А желая этого, они должны были сначала по возможности расширить свои знания. Такое расширение знаний состоит в понимании природы вещей. Ибо когда понимают природу вещей, знание становится полноценным. А с полнотой знаний и намерения становятся искренними. С искренними намерениями и разум становится упорядоченным. Когда же разум в порядке, то личность расцветает (shen hsin). Когда личность расцветает, и семья становится упорядоченно гармоничной. А когда семья упорядоченно гармонична, то и государством управляют умело. А когда государством управляют умело, то и в Поднебесной царит мир»^{6.143}. Нечто по существу сходное мы видим у Платона и в его «Государстве» и в «Законах». Оба эти произведения в сущности представляли собой рациональные и практические руководства для благовоспитанной аристократии (стр. 113).

Моральный и интеллектуальный идеал, выдвинутый китайскими и греческими философами,—это идеал *высшего* человека или *благородного*—не правителя, а советника правителя, который знает, что надо сделать, и готов ради почестей и за приличное вознаграждение рассказать титулованной особе о восхитительных поступках его предков или дать совет относительно линии поведения, указываемой чистым разумом. Это представление о практической общественной науке, особенно об истории, философии и знании классических произведений, как основы обучения молодежи высших классов искусству управления, сохранилось почти в неизменном виде со времен древних греков.

Мистицизм и уход от общества

Индийское решение этого вопроса, соответствующее более строго расслоенному обществу, было несколько иным, как и решения китайских *даосистов*, *зороастрийцев* и мистических религий Запада. Здесь знание скорее искало способ избавления от общества, а не контроль над ним. Учение аскетов, или йогин, не мыслилось как общественное знание, хотя на деле это было своего рода негативное общественное знание, такой анализ общества, который показывал, как безнадежно что-нибудь делать для него,—анализ, приводивший, по существу, к отходу от жизни, к бездействию, к вере в несуществующее (стр. 105). В сущности, аскеты и мистики не были нейтральны по отношению к обществу; самим своим существованием они оправдывали, и едва ли не поддерживали, сохранение угнетения и нищеты непросвещенным правителем, действия которого, подобно засухе и эпидемии, можно-де рассматривать как часть непостижимого божественного предопределения. Мысль, которую аскеты сознательно или бессознательно стремились привить народу, а также правителям, состояла в том, что святые люди представляют собой как бы духовные громостовы, защищающие дурное общество от божьего гнева.

Библия и народ

Другим, хотя все еще религиозным, разрешением этого вопроса была попытка с помощью божественных санкций защитить, по крайней мере некоторые, особенности родового общества от долгов и рабства, являющихся неиз-

бежным спутником классового расслоения. Подобные попытки предпринимались неоднократно, но только евреи сумели оказать в этом отношении длительное влияние на мировую историю. Это произошло частично благодаря тому, что такая попытка была закреплена в письменной форме в Библии, частично благодаря твердому соблюдению своих обычаев евреями, разбросанными по всему свету, и, наконец, благодаря тому, что многие из еврейских традиций были закреплены как в христианстве, так и в исламе. Положение евреев в древнем мире уже было рассмотрено выше (стр. 94 и далее). Они должны были вести непрерывную борьбу за существование против более могущественных, более цивилизованных и более экономически развитых соседей. В этой борьбе еврейских князей и богачей всегда соблазняло сотрудничество с иностранцами. Время от времени против них поднимался вдохновляемый обличениями пророков и опиравшийся на закон народ, который оказывал им упорное и действительное сопротивление^{2, 42а}. В книге «Второзаконие», в которой настаивается на освобождении рабов и ограничении долгов, мы находим общественный кодекс, который, по крайней мере, ограничивает и смягчает абсолютную жестокость классового господства, как она выражена, например, в вавилонском и римском праве.

Сопrotивление еврейского народа было изолированным сопротивлением; оно слишком зависело от их веры в свое особое соглашение с Иеговой для того, чтобы его можно было прямо распространить на другие народы. Однако подобные условия повсюду вызвали к жизни похожее, пусть менее ясное и действительное, сопротивление эксплуатируемых народов. Историческая наука древности, несмотря на свой эксплуататорский классовый характер, вынуждена была отметить ряд аграрных движений, бунтов и восстаний демократов и рабов, когда импульсы движения, несомненно, шли снизу. По мере распространения цивилизации в противоположность высокомерной науке философов выросло практическое общественное знание широких масс населения, бедных и угнетенных. Именно народ, а не князья или священники, является истинным хранителем морали. Это положительная мораль воздержания, товарищества и взаимопомощи, не извращенная заботами о поддержании святости классового строя. Философия бедных не была сознательным литературным или философским творением, однако она была воплощена в хорошо сохранившихся обычаях, воскресала и жила в тысячах песен и пословицах народа, и не все из них выражали высшее почтение к «вышестоящим».

Анализ общества древними греками

Ни религиозное, ни народное проявление общественного сознания нельзя назвать собственно наукой. Здесь нет связности, нет научной терминологии, нет логики. Как и во всех других областях мысли, именно греки впервые дали аналитическое и логическое выражение общественным наукам. В самом деле, им мы обязаны всей терминологией данного предмета: этика, экономика, политика и сама история—все эти термины греческие. Все споры, революции и войны греческих городов-государств были связаны с общественными вопросами, среди которых разделение классов было наиболее важным. Для греков человек был прежде всего гражданин—*зоон politikon*, политическое животное Аристотеля,—хотя более примитивный, не знавший классовых различий племенной человек исчез лишь незадолго до образования греческих городов-государств. Проблема управления таким городом-государством преобладала в общественной науке; в самом деле, это привело к первым систематическим исследованиям в данной области, как, например, собрание и сравнение Аристотелем и его сотрудниками конституций 158 городов-государств (стр. 121).

Цель Аристотеля, по существу недостижимая, состояла в том, чтобы найти некую систему, которая обеспечила бы гармонию в обществе без отмены классовых привилегий. Такова была действительная цель его доктрины «золотой середины». Кроме того, греки не ограничивались сравнением одного из своих

городов-государств с другими; они к тому же путешествовали, вели торговлю с народами, стоящими на самых различных ступенях общественного развития—от первобытных племен до высокоорганизованных империй Востока (Геродот является отцом не только истории, но и антропологии). Тем не менее греки, подобно англичанам в свое время, чувствовали естественное превосходство и гордость за свои города-государства; другие народы считались просто варварами, которые не могут даже говорить должным образом, а только мычат, причем обычаев этих народов старались избегать, а не копировать их. Однако это знание внешнего мира, отличающегося от Греции своей организацией общества, дало греческим мыслителям ту объективность, которой не было у индийских и китайских мыслителей.

Основным вкладом греков в общественную науку являются их успехи в области абстрагирования, в нахождении слов для выражения общих элементов в различных случаях, безо всяких ссылок на отдельные примеры. Это дало возможность дискутировать, но это позволило также значительно легче употреблять абстрактные слова так, как будто они относились к самостоятельно существующим вещам, и делать выводы, неправильно пользуясь логикой с тем, чтобы навязать любое предвзятое мнение. Это была преднамеренная практика, о чем свидетельствуют диалоги Сократа, ставившие своей целью увести дискуссии от действительности. Если идеал справедливости, как мы это видим в «Государстве» Платона^{2,38}, абстрагируется от условий города, где он применяется, то с точки зрения этого идеала можно оправдать наиболее деспотическую и антидемократическую конституцию. Такое неправильное пользование абстракцией несколько смягчалось в физических науках, где абстракции, по крайней мере, могли быть сосчитаны и измерены. В общественных науках абстрактные категории принесли немалый вред и препятствовали их развитию. Ценности и идеалы, которые греки выразили в абстрактных словах, досаждают нам и по сей день.

Тем не менее, как это имеет место и в физических науках, при любом серьезном научном исследовании общества мы должны впредь исходить из греческих источников. Однако, прежде чем этими источниками можно будет уверенно пользоваться, необходимо понять, в какой степени социальная философия греков представляла собой попытку оправдать привилегии и рабство, и, пытаясь применить эту философию к современным проблемам, нужно правильно оценивать это пристрастие. Греки до сих пор могут еще оказаться очень опасными учителями. Маркс, правда, начал свою научно-исследовательскую деятельность с диссертации об атомистической философии Демокрита и Эпикура. Однако эти философы были радикальными и беспокойными учителями, стоящими вне основного потока греческой мысли, хотя им и суждено было, как мы видели, вдохновить всю современную им науку. В истории общественных наук главная задача должна была состоять в том, чтобы порвать цепи ортодоксальной веры, взлеянной в трудах Платона и Аристотеля,—задача, для выполнения которой требовалось гораздо больше времени в области общественных наук, чем в области естественных, и решение которой все еще не завершено.

Римское право

Римляне при всей своей недалекости в области естественных наук (стр. 133) имели гораздо более практические знания в общественных науках. Они были получены с большим трудом—сначала при насильственном подавлении или компромиссным урегулировании классовых конфликтов в своем городе во время длительной борьбы между патрициями и плебеями, а затем при завоеваниях чужих территорий, их эксплуатации и управлении империей. Эти знания выражались не столько в философии, сколько в *праве*. Римское право было наиболее полным законодательным закреплением господства в обществе денежных мешков и носителей политической власти. В римском законодательстве право собственности занимало первостепенное место. Собственность распро-

странялась на рабов—и действительно значительной частью собственности были рабы,—и тем самым наиболее ужасная несправедливость частных лиц оправдывалась во имя общенародной справедливости. Тем не менее это право представляло собой упорядочение общественных отношений (стр. 134). Римское право сохранилось во времена варварства не как действующий кодекс или живая административная система, построенная на его принципах, а как мертвая буква. Тем не менее оно в течение столетий оставалось той схемой, по которой ученые могли рационально изучать общество. Изучение права было тем способом, с помощью которого можно было вновь раскрыть природу общества после Средневековья.

12.3. ОБЩЕСТВЕННАЯ НАУКА В ВЕК ФЕОДАЛИЗМА

Общественная наука и ранняя церковь

Однако после ликвидации Римской империи место римского права и порядка могла занять лишь иная и вместе с тем родственная система общественной мысли. Как мы видели (стр. 151 и далее), крушение классических, главным образом средиземноморских, цивилизаций совпало с возникновением организованной религии—по существу нового явления в человеческой истории. Это была прежде всего более демократическая система, основывающаяся на религиозном братстве верующих. Образчиком является еврейская *синагога*, первоначально представлявшая собой место сбора участников движения сопротивления, усматривавших в ее законах и ритуалах средство защиты от власти чужеземных правителей. Хотя раннехристианские *церковные общины* и возникли как продолжение революционных и коммунистических традиций их основателей, они должны были создать социальную философию из тех элементов, с которыми им пришлось иметь дело и которые большей частью были еврейского или греческого происхождения. Необходимость защищать христианство как от идейных, так и от физических преследований язычников вынуждала отдельные религиозные братства унифицировать свою веру по мере укрепления своей организации, хотя ересь и схизма всегда препятствовали им выступить единым фронтом^{3, 27; 3, 36}. Когда вследствие экономического краха и нашествия варваров императорская власть и мирская культура пришли в полный упадок в Западной римской империи, церковь смогла организованно перенять эту культуру и упорядочить и контролировать почти все стороны общественной жизни.

Где не произошло такого краха, как, например, в Восточной римской империи, там ни христианская церковь, ни ее преемник в Азии и Африке—мусульманская вера—так и не получили подобной централизованной организации и не смогли стать такой же политической силой. Тем не менее даже в этих странах, а также в Индии и Китае религии имели тенденцию к организации, хотя на более узкой и местной основе. В мусульманских странах благодаря учреждению университетов (*медресе*), вначале бывших учебными заведениями при мечетях, была достигнута большая согласованность между ортодоксальной доктриной и правом. Буддизм создал свою собственную монашескую организацию в лице лам, благодаря которой он распространился в большинстве стран Восточной Азии. Однако только в таких отсталых районах, как Тибет и Монголия, это привело к установлению религиозной иерархии, столь же могущественной, как и папская иерархия. Брахманизм остался наименее организованной религией без определенного закрепления веры и культа; тем не менее благодаря учреждению касты сельских и родовых священников и касты паломников он сохранил удивительно устойчивые образцы культуры в своей собственной стране, хотя по тем же причинам ему не удалось распространиться за границу.

Кредо и вера

Учреждение организованной религии положило конец текучести веры; оно заложило также некоторые основы для определенных общественных теорий.

В самом деле, религиозная ортодоксия охватывала целую систему общественной науки, которая, будучи взята из обычной мирской практики, по твердому убеждению давным-давно была установлена божественным порядком раз и навсегда. Современная общественная наука начинается, следовательно, не с непредубежденного исследования общества, а с модификаций религиозной картины общества, с модификаций, сначала робких и признающих авторитет церкви, а затем становящихся все более смелыми и еретичными.

«Град божий»*

Даже религиозная ортодоксия при всей своей видимой неизменности имеет свою историю. Церковь фактически значительно переделывала общественную науку на Западе. Наследство классических философов и юристов нуждалось в серьезной переработке для приспособления к условиям разлагающейся Римской империи или созданных позднее варварских королевств. Одним из аспектов этого изменения была необходимость привести в соответствие учение об индивидуальной, отдельной душе, спасающейся при помощи аскетического ухода из греховного мира,—идею, зародившуюся в старых мистических культах и значительно развитую манихейством (стр. 159),—а также учение о восстановлении и поддержании порядка в этом мире с тем, чтобы церковь во всяком случае могла процветать в безопасности. Это обуславливало необходимость исследования как природы души—то есть необходимость *психологии*, хотя само это слово более позднего происхождения,—так и устройства общества, учрежденного богом в этом преходящем мире. Интересно, что первым из известных нам классических авторов, занимавшихся проблемой воспитания детей, был св. Августин, а наблюдения и воспоминания о детстве помогали ему теологически обосновывать доктрину первородного греха. Августин также приспособил греческий идеал Платона к условиям разлагающейся классической цивилизации. Его сочинение «О граде божием», представляющее собой духовное оправдание падения Рима в 410 году, является первым сознательным планом, по которому должен быть построен средневековый мир (стр. 154).

Прологомены Ибн-Хальдуна

Общественные науки мусульман испытывали большие затруднения, пытаясь примирить Коран со сложной жизнью покоренных городов (стр. 160, 171). Большинство исламистских философов рассматривали общественные вопросы, находясь под влиянием идей Платона и Аристотеля. Весьма оригинальный вклад сделал Ибн-Хальдун (стр. 162), который предположил своему трактату по истории теорию экономически определяемого общественного развития, предвосхищая Вико и Маркса.

Социология схоластов

Великие средневековые схоластические диспуты велись в основном по общественным вопросам, в частности по вопросам правления, как, например, о соответственных сферах власти папы и императора. «Summa Theologica» Фомы Аквинского характеризует справедливое общество, согласующееся со св. писанием и разумом (стр. 178), в то время как Данте в своей «Божественной комедии» и «Монархии» изображает это мировоззрение как отражение бурной жизни итальянских городов.

Общая концепция святого и поэта гармонировала с целостным и иерархическим обществом, столь прекрасно созданным, что оно казалось естественным, части которого были взаимосвязаны и каждый член его занимал положенное ему место. Это был, по существу, аристотелизм на христианский манер. Земной общественный мир во всех отношениях соответствовал великому небесному миру

* Выражение средневекового схоласта св. Августина, под которым он понимал организацию верующих в отличие от неверующих.—Прим. ред.

(стр. 227). Ангелы соответствующего ранга, подобно отдельным людям, занимали свое место и управляли звездными сферами. Очевидно, что эта система была также неизменна и долговечна, подчиняясь лишь воле бога. Она сотворена богом и будет существовать до тех пор, пока не раздастся последний трубный звук и навсегда закрепится небесная иерархия.

Ересь и общественная критика

Этот идеал не долго соответствовал действительности, если он когда-либо ей соответствовал. Церковь стремилась накопить богатства и стать крупнейшим феодальным институтом. Критика религиозной веры во многом облегчалась тем, что она была связана с критикой нехристианского поведения духовенства, с критикой эксплуатации духовенством крестьян и мелкой буржуазии городов. Еретики стремились тем или иным способом вернуться назад, к раннекоммунистическому христианству с характерной для него сильной примесью библейских пророчеств. Вначале ересь ограничивалась экономически развитыми районами Средиземноморья и легко подавлялась крестовыми походами и инквизицией. Во время позднего Средневековья, в период крестьянских восстаний в Англии и Франции и в начале успешного восстания гуситов в Чехословакии их подавление оказалось гораздо более трудной и, в конечном итоге, безнадежной задачей. Несмотря на свои религиозные формулировки, все эти еретические взгляды первоначально основывались на критике несправедливости классового строя феодальной Европы, но они не могли сломить этого строя, ибо в них не содержалось ничего существенно отличающегося от этого строя, чем можно было бы заменить его; для этого нужно было действие более могущественных экономических сил.

12.4. ОБЩЕСТВЕННАЯ НАУКА И РОЖДЕНИЕ КАПИТАЛИЗМА

Преобразования эпохи Возрождения

Эти экономические силы нашлись в растущем могуществе городов, в силе новой торговли и мануфактурного производства, сосредоточенного теперь в руках поднимающейся буржуазии, как об этом говорилось выше (стр. 207 и далее). Так же как учение о небесном царстве не могло удовлетворить нужды мореплавания, возникшие в период нового торгового века, в период Возрождения, так и социальная философия средних веков не могла удовлетворить экономические потребности этой эпохи. Экономика, базирующаяся на земледелии и на традиционном принудительном выполнении личной трудовой повинности, должна была уступить место экономике, базирующейся на торговле и мелком мануфактурном производстве. Употребление денег, или скорее заведение употребления денег, должно было превратиться из *греха ростовщичества* в похвальное *одолжение под процент*. Трудовая повинность перестала быть делом вассальной зависимости, закрепленной правом на землю, а должна была покупаться и оплачиваться. Человек стоил то, что он мог произвести.

Цепляясь за религиозные формы и даже провозглашая возвращение к старым и чистым формам религии, реформаторы разрушили всякое представление о единой общественной системе. Эти представления они заменили атомистической концепцией, представлением об обществе как об агрегате индивидов, каждый из которых должен заключить свой отдельный договор с богом и получить спасение либо в вере, либо в предначертании—в соответствии с тем, следует ли он за Лютером или за Кальвином. В этом отношении католическая церковь в конечном счете пришла к согласию с реформаторами. Хотя католическая церковь и твердо придерживалась теологических догматов, Тридентский собор (1545—1563) добился значительных успехов в деле принятия индивидуалистической точки зрения на спасение, выраженной в доктрине Грейса, и тем самым в деле отказа от единой общественной теории средневековой церкви.

Средневековая картина мира была воплощена в столь многочисленных типах устройства и обычаях общества, что потребовались длительные усилия многих мыслителей, чтобы нарисовать полную картину нового индивидуалистического мира. Наиболее заметной фигурой в эпоху Возрождения был Макиавелли, взиравший на общество так же ясно и беспристрастно, как художник взирает на природу. Хотя он был патриотически и по существу демократически настроенным флорентинцем, но в свое время не смог увидеть ничего, способного обесчестить успех, кроме продуманной игры эгоизма, насилия и коварства. Однако даже в этом случае не стоило излагать те принципы, согласно которым действовали столь многие из великих и благочестивых в истории; и все, что он заслужил,—это дурное имя, дошедшее до наших дней.

Реформация и революция

Первые реформаторы ни в коей мере не были однородной в общественном отношении группой. Вожди, подобные Лютеру и Кальвину, были связаны с князьями или с зажиточными слоями буржуазии крупных городов. Массовая поддержка реформы исходила от гораздо более мелкого люда—от ремесленников и крестьян, желавших, чтобы реформа была проведена столь же явно в этом мире, как и в том. Они стремились сочетать критику нечестивости господства папы и его слуг с критикой всей системы угнетения бедных богатыми. Это привело к восстаниям крестьян и ремесленников в Германии и Венгрии, которые после некоторых успехов, как, например, учреждение анабаптистской коммуны в Мюнстере, подавлялись с еще большей жестокостью, чем прежние восстания.

Именно в эту эпоху, в начале XVI века, начинает оформляться унаследованная частично от Платона, частично от раннего христианства идея о насаждении коммунистического государства. Наиболее знаменита в этом отношении книга гуманиста Томаса Мора «Утопия», которая дала свое имя всем подобным произведениям. Несмотря на то, что Мор был выходцем из новой высокопоставленной буржуазии, он не выносил ее жадности и искал путь к уничтожению развращающего действия богатства и власти в создании коммунистического общества. Он умер, защищая старую веру, что вполне соответствует его характеру^{4.29}. Почти одновременно появилось сочинение Рабле, доктора медицины и неистового критика всякого педантизма и идеологических пережитков Средневековья, хотя это сочинение было написано совсем в ином духе. «Гаргантюа» Рабле был в то же время программой борьбы за новую гуманистическую свободу (стр. 210). Его принцип *Fais ce que voudra* отдаленно напоминал принцип *laissez-faire*. За его юмором видна серьезность. Его слова: «Наука без совести—это проституирование души», хотя и предназначались для продажных гуманистов того времени, актуальны и поныне.

Гуманисты последующего периода, наученные невзгодами и разочарованиями, вызванными религиозными войнами, теряют жизнерадостный оптимизм периода расцвета эпохи Возрождения. Однако те переделки, в которых они побывали, придают их взглядам на природу общества более уравновешенный характер. Сервантес (1547—1616), разорившийся испанский солдат, своим «Дон Кихотом» написал эпитафию феодализму. Те же вопросы затрагиваются в пьесах Шекспира, особенно в поздних. Мишель Монтень (1533—1592), гасконский провинциальный дворянин, высшим государственным постом которого могла стать должность мэра города Бордо, высказал наиболее зрелые мысли о переходе к буржуазному веку. В сочинениях этих писателей можно найти больше общественной науки, чем в сочинениях всех моралистов и философов того времени. Большинство философов эпохи Возрождения, находясь в зависимости от княжеских милостей, преднамеренно и благоразумно избегало общественных проблем и сосредоточило свое внимание на борьбе отдельного человека с природой, хотя уже Бэкон и его последователи признавали, что «подобно тому, как купцам лучше путешествовать не в одиночку, так и философам лучше выступать совместно» (стр. 240).

Естественное право

В деле перехода от религиозных взглядов общества к торгашеским большую роль сыграли юристы. Сама профессия вынуждала их проделать большую работу по приспособлению всей юридической и политической системы к потребностям новой экономики. Однако юристам этим казалось, что они просто восстанавливают вечные принципы *естественного права*, освобожденного от наслоений варварской эпохи. Юристы XVI и XVII веков были наследниками гуманистов, а наиболее выдающиеся из них всегда стремились смягчить силу религиозных антагонизмов во имя культурного и терпимого по отношению к религии общества, сохраняющего, однако, священное право собственности. Француз Боден (1530—1596) заложил основы науки истории, причем он понимал тесную связь с ее экономикой. Он первый объяснил природу великой инфляции XVI века.

Величайшим из философов, занимавшихся вопросами права, был основатель международного права Гроций (1583—1645). Международное право приобрело большое значение к началу XVII века не только потому, что были созданы суверенные государства, но еще более вследствие распространения по всему миру торговли, вовлекавшей в свою орбиту страны самых различных цивилизаций. Гроций фактически начал свою деятельность с защиты дела голландской Ост-Индской компании. Затем, избежав пожизненного заключения, к которому он был приговорен за поддержку религиозной терпимости, Гроций пересмотрел всю основу естественного права, независимого от церкви и государства.

Рождение буржуазной общественной науки

Подлинное новое рождение общественной науки произошло в период великих религиозных, национальных и классовых битв конца XVI и середины XVII веков^{4, 12, 4, 52}. Для того чтобы оправдать такие события, как восстание против испанского короля или как казнь короля Карла I, необходимо было исследовать конечные цели общества. Социальная критика Уинстенли и Лилберна и действия их последователей, диггеров и левеллеров, представляли собой ранние формы сочетания теоретического исследования с практическими реформами общественного строя. Однако эти движения были преждевременными и заглохли в общей атмосфере европейской реакции конца XVII века. Более приемлемым для своего времени был анализ совокупной природы общества, проведенный Гоббсом (1588—1679), который привел его к требованию установления сильной государственной власти для того, чтобы руководить корпоративным Левиафаном.

Политическая геометрия и арифметика

Значительный подъем научной деятельности в середине XVII века, достигший своей наивысшей точки в триумфе новой экспериментальной философии, вряд ли мог ограничиться естественными науками, хотя они и явились сосредоточием воодушевления и наложили свой отпечаток на исследование в других областях знания. Казалось, что методы измерений и геометрических доказательств, столь успешные в области физики, могли бы с успехом применяться и в области исследования общества. Однако первые результаты были разочаровывающими. Даже таким величайшим философам, как, например, Спинозе и Лейбницу, не удалось показать, что теоремы этики и морали можно так же строго доказать, как Эвклид доказал теоремы геометрии.

Однако на основе индуктивного метода было положено начало применению измерений к общественным факторам, которому суждено было сыграть важную роль. Лондонский торговец Джон Граунт (1620—1674) опубликовал свое сочинение «Замечания к биллю о смертности», за которое он был, с явного одобрения короля, принят в члены Королевского общества. Это положило начало статистике рождаемости, смертности и пр. У него нашлись последователи, как, например, Галлей, составивший таблицы продолжительности жизни,

которыми пользовался для своих прибыльных спекуляций с пожизненной рентой крупный государственный деятель Корнелий де Витт (1623—1672), поправивший таким образом финансы Голландской республики. С этого времени начинается все страховое дело. Другой последователь Джона Граунта—Уильям Петти, пользовавшийся большим успехом юрист и делец, некогда бывший секретарем у Гоббса,—своей «Политической арифметикой» положил начало новому виду общественной науки—столь популярной ныне экономической статистике.

12.5. ПРОСВЕЩЕНИЕ И РЕВОЛЮЦИЯ

Ньютон и Локк

В XVIII веке политическая и экономическая теории становятся главными общественными науками. С развитием этих теорий физические и общественные науки вновь тесно смыкаются друг с другом. Джон Локк (1632—1704)—друг Ньютона, ученый и доктор-практик—обратился к новым научным идеям, чтобы оправдать самый тип компромиссного правительства, созданного славной революцией 1688 года. Это правительство фактически передало всю власть городским купцам и земельной аристократии, которые совместно образовали новый зажиточный буржуазный класс. Этот класс хотел всего лишь обезопасить себя от деспотического вмешательства короля и от узурпации снизу и мог управлять законными гражданскими средствами до тех пор, пока мог создавать и применять законы. Локк принял участие в основании Совета торговли в 1696 году (впоследствии Министерство торговли), представлявшего собой первую организованную попытку применить новые математические методы к общественным делам. Было крайне полезно открыть, что вся вселенная движется по вечным законам и что при хорошей конституции не будет причин для каких-либо новых изменений.

«Исследование о природе и причинах богатства народов»

Превосходство английской конституции было также негативно выявлено путем изучения экономики. Многие писатели XVIII века интересовались экономическими вопросами. Давид Юм (1711—1776), основоположник школы скептицизма и агностицизма в философии, вполне определенно поддерживал новые учреждения капитализма. Большое значение он придавал конкуренции между купцами для понижения прибылей и ставки процента, что, по его мнению, способствовало дальнейшему росту торговли. Юм также понимал, каким образом увеличение запаса денег понижает реальную заработную плату, поддерживая в то же время прибыли на высоком уровне. Мандевиль (1670—1733) в своей «Басне о пчелах» высказал предположение, что благосостояние общества, возможно, является следствием пороков и расточительности богатых.

Либеральная политическая экономия, как серьезное исследование, начинается лишь с Адама Смита, относившегося к группе шотландских интеллигентов, деятельность которых протекала в условиях превращения Шотландии из нищей, отсталой аграрной страны в промышленный центр (стр. 293). На Адама Смита оказало воздействие процветание Англии, явившееся, как он видел, следствием стихийного и неорганизованного роста мануфактурного производства, которое непосредственно предшествовало промышленной революции (стр. 284). Он рассматривал это развитие как результат *разделения труда* в промышленности и свободы *обмена* товаров и фабрикатов. В то же время Смит не мог не заметить тех препятствий, которые ставили правительственные ограничения как мануфактурному производству, так и торговле. В частности, в преобладавшей системе *меркантилизма*, монополизировавшей колониальную торговлю в интересах немногих богатых купцов, он видел наиболее серьезного врага свободному развитию новых сил^{4.3}. Для обоснования этих взглядов Адам Смит решил подвергнуть анализу весь производственно-распределительный механизм общества и изложил его результаты в своем «Исследовании о природе

и причинах богатства народов» (1776). Эта книга, ставшая с тех пор, как ее впервые опубликовали, библией нового промышленного капитализма, является одним из великих синтетических общественных заветов, сравнимым с «*Summa Theologica*» Фомы Аквинского и превзойденным лишь «Капиталом» Карла Маркса. Однако книга Адама Смита значительно уже по своему размаху и намерениям, чем оба эти произведения. В ней говорится главным образом о новом типе существа, *экономическом человеке*, живущем благодаря труду и обмену своих продуктов с другими членами общества всегда на самых выгодных условиях. Адам Смит разъясняет, как в прошлом эта деятельность всегда ограничивалась древними обычаями, феодальными привилегиями или меркантилистским регулированием. В своем новом просвещенном веке он увидел наконец возможность достижения *естественного устройства* общества, при котором человек сможет вести свои дела, не будучи связанным какими-либо ограничениями. Это должно привести к самым лучшим последствиям, так как по законам экономики преследование собственных целей, ни в коем случае не являющееся действительным преступлением, могло иметь своим результатом только максимальное удовлетворение потребностей всех. Для законодательного вмешательства в этот процесс не было никакой необходимости; в самом деле, такое вмешательство почти всегда приносило вред, ибо разве человеком не «руководит *невидимая рука*, направляющая его к цели, которая не была частью его намерений»?

Для Адама Смита и его последователей экономика *laissez-faire* была *естественным устройством*, сменившим божественное провидение или мудрость князей. Эта доктрина, несмотря на свои недостатки, которые мы только теперь очень хорошо понимаем, и выведенные из нее ужасные следствия, была в свое время великим и освобождающим учением. Адам Смит не только провозгласил эту доктрину; стремясь доказать правильность этой доктрины, он заложил в области экономической мысли основы логического метода, пережившего те выводы, которые сам Адам Смит извлек из него.

Трудовая теория стоимости

Наиболее важное значение в этом отношении имеет учение Адама Смита о *стоимости* продукта, которую он измеряет *трудом*, затраченным на производство этого продукта. В первое время *трудсвая теория стоимссти* была направлена против придворных, церковников и помещиков, требовавших вознаграждения за то, чего они не заслужили. Позднее, в XIX веке, эта теория снискала себе дурную славу у ортодоксальных экономистов, ибо они чувствовали, что она может быть точно таким же образом использована против капиталистов. В самом деле, идея *прибавочной стоимости*, которая, как показал Маркс, представляет собой разницу между стоимостью продукта и заработной платой, выплачиваемой действительным производителям, уже имеется в зародыше у Адама Смита. Хотя общая цель погони за прибылью и является движущей силой экономической деятельности, она, по мнению Адама Смита, не всегда может привести к добру. Верховный жрец капитализма в действительности очень слабо верил в честность своей паствы, ибо он отзывался о ней, как о том классе, «интересы которого никогда полностью не совпадают с интересами общества, который обычно заинтересован в том, чтобы вводить общество в заблуждение и даже угнетать его и который действительно во многих случаях и вводил его в заблуждение и угнетал»^{6, 81}.

Влияние «Исследования...» А. Смита было столь же длительным, как и непосредственным. Оно охватило гораздо большую область, чем только область экономической мысли; эта книга дала интеллектуальное оправдание практики промышленного капитализма и задала тон новому отношению к обществу, когда *просвещенный эгоистический интерес* стал верховной добродетелью. Она должна была стать главным оплотом либеральной философии, которой с того времени не оказывалось более важной интеллектуальной поддержки.

В других странах, находившихся не в столь выгодных условиях, как Англия, экономические исследования не привели к подобным простым и утешительным выводам. Ранняя американская революция имела даже более ясно выраженный экономический характер. Ее великий теоретик Франклин сочетал в себе, как мы видели (стр. 292), научные, экономические и политические знания с весьма конкретной практикой печатника, почтмейстера, солдата и государственного деятеля. Основное требование колонистов «никаких налогов без представительства» могло быть удовлетворено только благодаря действенному восстанию. Но даже после успеха этого восстания экономические конфликты потрясали новую республику^{6.125a}.

Физиократы

Предреволюционное движение *физиократов* во Франции было прежде всего экономическим движением. В своих рассуждениях они исходили, в частности, из анализа процветающего экономического положения Англии и хотели, чтобы французские природные богатства, такие, как земля, использовались рационально, и это неизбежно настраивало их оппозиционно по отношению к феодальному строю, который давно изжил себя. Их доктрины, также хорошо отвечавшие требованиям развивающихся французских фабрикантов, имели важные последствия в деле определения политики первых французских революционеров. Говоря словами Ф. Кенэ, это была революция в целях обеспечения принципа *laisser-faire*, а ее начало было обусловлено экономическим кризисом. Принципы *laisser-faire* и *laisser-passer* были прежде всего лозунгами движения, стремившегося освободить мануфактурное производство от правительственного контроля, а торговлю от неприятных местных сборов и налогов.

Благородный дикарь

Революционная общественная наука XVIII века не сводилась только к политической экономии. Вместе с ее возникновением появился интерес и к изучению человека, не такого, каким он был в действительно цивилизованных странах Западной Европы, а такого, каким человек, еще не развращенный цивилизацией, был в состоянии дикости. Эта чрезмерно идеализированная картина вырисовывалась благодаря великим путешествиям того времени, а также благодаря историям, которые рассказывали миссионеры. К тому же литераторы Европы находились под сильным впечатлением того, что они узнали (также главным образом от миссионеров) о древних и наиболее культурно развитых цивилизациях Китая и Индии.

Впервые после греков стала возможной сравнительная социология, и это сравнение ни в коем случае не было в пользу цивилизаций Европы XVIII века. Большинство классиков философии, вроде Монтескье (1689—1755) и Вольтера (стр. 285), прибегали к сравнениям с состоянием дикости и с восточными цивилизациями, направляя свою критику против собственных институтов^{5.9}. Подобно всем философам и экономистам, они принимали участие в великой политической борьбе против *ancien régime* (старого строя.— *Ред.*) во Франции или против землевладельцев в Англии, то есть в том и в другом случае против более или менее видоизмененных пережитков феодального строя. Поэтому они были вынуждены, отказавшись от традиций, которые оправдывали этот строй, вызвать к гипотетическому царству разума, где все было устроено наилучшим образом, ибо там законы природы могли действовать, не стесненные никакими препятствиями.

Однако эти философы не имели особого желания требовать чрезмерного. Вполне достаточно было бы устранить злоупотребления при сохранении данного общественного строя. Романтики пошли дальше этого.

Руссо

Учение Руссо, сына женеvского ремесленника, человека, находившегося под сильным влиянием кальвинизма, состояло в том, что естественная добродетель

тель человека развращена действием цивилизации и может быть восстановлена путем возвращения к природе. Здесь старому учению о падении человека была дана новая трактовка. Человеку незачем ждать спасения свыше, он может добиться его своими собственными усилиями. Некоторые ценности цивилизации, как, например, право и порядок, можно, однако, поддерживать с помощью «общественного договора», свободно заключаемого людьми. Это учение стало причиной всего оптимистического, по существу своему демократического переосмотра социальных исследований, оказавшего влияние на многие из их аспектов и в особенности на просвещение.

Век разума и Вольтер

Общественные науки XVIII столетия большей частью были в сущности дедуктивными и критическими. Это вполне естественно, ибо они возникли прежде всего как движение протеста против традиционных взглядов, с помощью которых как протестантская, так и католическая церковь осуществляли свой контроль над ходом общественной жизни. Главной целью общественных наук было разрушение духовных и моральных устоев традиционного представления об обществе путем философской критики, как это делали скептики Юм и Бейль (1647—1706), путем утверждения материалистических взглядов, как это делали французские энциклопедисты Дидро и Гольбах (1723—1789), путем обращения к природе, как это делал Руссо, или, что имело наибольший эффект, путем ясного и острого осмеяния, как это делал Вольтер под лозунгом «*écrasez l'infame*» («раздавите гадину». — Перев.), направленного против церкви как борца за сохранение старого режима. Тем самым они совершенно подорвали религию «образованного общества» («polite world»), которое, что не следует забывать, составляло тогда очень небольшую часть населения. То, чем они заменили религию, вскоре оказалось искусственным и произвольным. В «век разума» было невозможно, не проводя гораздо более глубоких исследований, найти действительную систему устройства общества. Всем этим мыслителям недоставало такого подхода к проблемам, который был бы и историческим и практически осуществимым.

Вико и «новая наука» об обществе

Исключением в этом отношении был Джамбаттиста Вико (1668—1744), который признавал, по крайней мере, необходимость исторического подхода. Вико, будучи малоизвестным профессором права в Неаполе, в начале XVIII века опубликовал трактат «*Scienza nuova*» («Основания новой науки об общей природе наций». — *Ред.*)^{4.111}, стоящий вне основного русла научной и философской мысли того времени и представляющий собой первое подробное изложение науки об обществе. Вико, возражая Декарту главным образом в духе Бэкона (которого он весьма почитал), стремился понять общество не с помощью чистого разума, а с помощью изучения характера производимых им продуктов, особенно его права и поэзии. Вико первый подчеркнул: «Человеческое общество создано людьми; следовательно, человек может понять его» — и увидел, что литература и право прошлого отражают характерные черты общественного развития тех времен. Он поставил, например, перед собой вопрос, почему эпическая поэзия была создана лишь на заре классического периода, и пришел к выводу, что эта поэзия была частично приспособлена к обществу варварских вождей, которые правили в Греции того раннего периода истории.

Вико первый ясно увидел, что общество во всех своих проявлениях — поэтическом, правовом и религиозном — едино и что это единство не статично, а подвержено преобразованиям. Исторические движения определяют учреждения. Этот взгляд, конечно, полностью расходился с преобладавшими в XVIII веке взглядами о том, что существует один естественный и разумный строй общества. *Философы* считали, что при устранении аномалии в управлении и существую-

щих предрассудков—правления короля и попов,—человек возвратится к этому естественному строю и будет жить счастливо. Вико видел дальше этих философов и признавал необходимость общественной эволюции; однако даже он не смог преодолеть старую идею predetermined циклов развития человеческого общества, которые он объяснял с точки зрения божественного провидения. Но хотя его труд в свое время и не был признан и принят, он не пропал даром. Через Гегеля и Карла Людвига Михелета работа Вико имела некоторое влияние на марксизм^{5, 6, 6.1 6 6}.

Французская революция. «Права человека»

Если философская критика, предшествовавшая американской и французской революциям, смогла поколебать веру в образованном обществе, то революция смогла донести эту критику до народных масс. Томас Пэйн (1737—1809), выходец из новой Америки, в «Правах человека» подверг критике все концепции упорядоченной цивилизации XVIII века от Локка до Эдмунда Берка, объявив ее бесчестной и тиранической^{6.1376}. Сама идея о том, что люди просто как люди, а не благодаря чину и богатству имеют права, которые следует уважать, была новой и потрясающей идеей даже тогда, когда она провозглашалась только в салонах.

Роберт Бернс, один из первых выходцев из народа, ставший великим поэтом, прекрасно выразил это в следующих словах: «Чин—всего лишь деньги, а человек и без них—человек». Дальнейший вывод о том, что всякие другие права являются деспотическими и должны в конечном счете уступить место правам простых людей, как это продемонстрировали улицы, был сделан самой революцией.

Однако после осуществления целей подлинных вдохновителей французской революции, которая в своей разрушительной фазе неизбежно была народной, ее характер изменился. Буржуазные поборники революции были озабочены тем, чтобы отстоять от черни право частной собственности,—включая частную собственность на рабов в Америке,—подобно тому как в свое время они были озабочены тем, чтобы отстоять эту собственность от короля. Большинство политических мыслителей придерживалось тех же убеждений, хотя Бабеф (1760—1797) во Франции имел смелость провозгласить освобождение человека как от политических, так и от экономических уз и был впоследствии казнен. До того времени трудящиеся классы игнорировались в официальной социологии, исключая те случаи, когда их рассматривали как удобные единицы для сельскохозяйственного производства или как рабочие руки для мануфактурного производства. В то время они действительно были слишком слабы и неорганизованны, чтобы серьезно претендовать на власть.

В Англии конца XVIII века крупная буржуазия уже обеспечила себе власть, а промышленная революция увеличила ее могущество. У этой буржуазии не было никаких оснований для расширения области свободы, но было много причин для того, чтобы ограничить ее. Однако среди низших слоев фабрикантов и ремесленников уже начиналось движение протеста. Французская революция—и даже господство Наполеона, начисто выметавшее реакцию в Европе,—пробудила симпатии народа, и потребовались жестокие репрессии, чтобы подавить эти симпатии. Французская революция оказала глубокое влияние на интеллигенцию—как на философов типа Годвина, так и на поэтов типа Шелли, Блейка, Байрона. Даже забытый вождь Уордсуорд писал в своей «Прелюдии»:

Европа в этот час смеялась, трепеща,
И Франция достигла верха славы,
Казалось, человечество переродилось...
Блаженство на заре сей быть живым,
Но настоящий рай—быть юным!

12.6. УТИЛИТАРИЗМ И ЛИБЕРАЛЬНЫЕ РЕФОРМЫ

Триумф буржуазного либерализма

Падение Наполеона и последовавшая затем реакция должны были увести этот оптимизм от политики в сторону оправдания и восхваления поднимающегося промышленного капитализма. С одной, позитивной, стороны стояла крупная школа утилитаристов во главе с Иеремием Бентамом (стр. 304) и Джемсом Миллем (1773—1836), которая стремилась показать, что при условии устранения известных злоупотреблений свободное предпринимательство могло бы привести к «величайшему счастью наибольшее количество людей» (стр. 295). С другой, негативной, стороны стоял поп Мальтус, полагавший, что существует слишком большое количество людей и что все те, кто не мог стать мелким капиталистом и практиковать самовоздержание, обречены на периодическое истребление вследствие голода, чумы и войн, как это он объяснил в 1798 году в своем «Опыте о законе населения». Мальтус явился автором пессимистической доктрины закона *убывающего плодородия почвы*, постоянно используемой с тех пор для того, чтобы отбить у людей охоту ко всяким попыткам улучшения судьбы человека.

Рикардо

Другом Мальтуса, хотя и не разделявшим многих его взглядов, был крупный банкир Рикардо (1772—1823), дополнивший в начале XIX века то, что сделал Адам Смит несколько десятилетий тому назад. Он был свидетелем огромного размаха промышленной революции и улучшения жизни в Англии—величайшей и фактически почти единственной промышленной стране. Следовательно, Рикардо имел возможность изложить экономическое учение с точки зрения успешно развивающейся новой капиталистической «машинофактуры». Он принял трудовую теорию стоимости Адама Смита, однако ему не удалось учесть изменившиеся условия, когда постоянный капитал стал играть большую роль в определении цен. Лишь Маркс указал, что это в действительности не противоречит трудовой теории стоимости, так как постоянный капитал является просто трудом, воплотившимся в обрудование и машины^{5, 56, 206—217}.

Однако неудача Рикардо дала повод экономистам более позднего времени совершенно отбросить трудовую теорию стоимости и перейти от рассмотрения вопросов о производстве товаров к вопросам об их обмене. И действительно, этот процесс начинается уже в работах самого Рикардо. Как банкир, он больше интересовался распределением богатства, чем его созданием. Это привело Рикардо к рассмотрению пропорциональных отношений *ренты, процента и прибыли*, на которые распадается излишек стоимости за вычетом *заработной платы*. Процент и прибыль можно было оправдать, но так как, на его взгляд, земля сама по себе не могла иметь стоимости, то трудно было оправдать *ренту*. Для ее оправдания он должен был ввести понятие *дифференциальной ренты*, получаемой с земли лучшего качества по сравнению с землей среднего качества. Это понятие, не сочетающееся с его другими взглядами, впоследствии было распространено также на прибыль. Оно породило дифференциальные, или *маргинальные*, теории стоимости, которые, как мы увидим ниже, были позже выдвинуты для того, чтобы скрыть *эксплуатацию*, подразумеваемую трудовой теорией стоимости. Основной целью Рикардо было дискредитировать земельных собственников и их политику покровительственных пошлин и высоких цен на хлеб.

Его сочинения соответственно явились вкладом в идеологию движения за реформы и привели к триумфу свободной торговли. Однако Рикардо не было необходимости, подобно экономистам последующего периода, «вульгарным экономистам», как говорил Маркс,—Ж. Б. Сзю (1767—1832), Нассау Х. Сениору (1790—1864) и Фредерику Бастиа (1801—1850),—оправдывать капита-

лизм или восхвалять его «с дурным намерением и беспокойной совестью» при первых укусах критики со стороны «низших» классов.

Железные законы экономики

К середине XIX столетия общественные науки, прочно основавшись на утилитарной логике и опираясь на успехи бизнеса, казалось, оформились окончательно. Либерализм и свободная торговля одержали победу, а «прогресс» в том же направлении казался обеспеченным. Тем не менее вряд ли кто отрицал нарастание беспокойства, чувства того, что со всей системой творится что-то весьма неладное. «Унылая наука» экономики, очевидно, имела своей целью оправдать существовавшее положение вещей, оправдать его в то время, как для беднейших классов, для всех, кроме преуспевающих фабрикантов, было очевидно, что далеко не все обстоит благополучно. В богатейшей промышленной стране мира, в наиболее процветающем торговом центре, в стране, которая была гордостью века, царили голод и эпидемии^{5.30}, и повсюду в небывалых размерах росли невежество и социальная небезопасность. Все это надо было объяснить и оправдать; для человеческих чувств не оставалось места; их место должны были вытеснить безжалостные и неотвратимые законы. Экономические учения, логика и психология середины XIX века были соответственно построены как пустое подражание физическим наукам и стояли в стороне от действительной жизни.

Религия и реакция

Даже религия понадобилась для того, чтобы обеспечить оправдание капитализма, когда доводы разума, оправдывающие его существование, оказались недостаточными. После Французской революции наблюдался преднамеренный возврат к религии для нейтрализации скептицизма деистов XVIII века^{5.37—38}, распространение которого оказалось столь опасным для законов и порядка. Богачи вновь начинают посещать церковь, а некоторые из них—даже заигрывать с католической обрядностью. Методисты и другие евангелические течения удовлетворяли эмоции людей и кое-что делали для того, чтобы отвести критику, шедшую со стороны наименее зажиточных слоев средней буржуазии и благопристойных бедняков в адрес религии, хотя «диссидентская совесть»* часто оказывала поддержку радикалам. Однако религии было запрещено оказывать серьезное влияние на трезвый ум и здравый смысл среднего буржуа или серьезно вмешиваться в его дела. Не совсем верно было бы сказать, как шутили об этом неверующие, что религия строго соблюдалась только по воскресеньям; скорее в религии искали библейских оправданий для воздержанности и бережливости, а также для материальных вознаграждений, выпадавших на долю тех, кто был воздержан и бережлив. Хотя эта точка зрения была господствующей и официальной, однако далеко не все выступали в пользу этих принципов и смирения.

Протест радикалов и романтиков

Поэты, писатели и художники действительно выступали в своих произведениях против новых уродливых явлений капитализма XIX века; глядя на эти уродства, они не могли не заметить, с одной стороны, определявшие их ужас и нищету, а с другой,—увековечивавшие их самодовольство и жадность. В период революции Блейк, Байрон и Шелли подняли свой голос против тирании и гнетущей бедности. Впоследствии, когда капитализм упрочился, казалось, на веки вечные, такие писатели, как Диккенс, г-жа Гаскелл, Джордж Элиот и даже Бенджамин Дизраэли, подвергли беспощадной критике его проявления, но они не могли ничего предложить взамен. Такие критики, как Карлейль и Рескин, пытались найти истоки бедственного положения при капита-

* Имеется в виду протестантизм.—Ред.

лизме и средства для его излечения; однако, и не понимая и не желая понять, каким образом довести свое исследование до анализа классовой основы общества и его имущественных отношений, они стремились найти решение этого вопроса, обратившись к прошлому, к эпохе героев, или к веку веры—к чему угодно, только не к торгашеству, не к индустриализму своего времени.

Роберт Оуэн

Более действенной была критика уэльского радикала Роберта Оуэна (1771—1858), ибо он стоял ближе к народу. Один из недоброжелателей^{6, 141} Оуэна охарактеризовал его как человека, «который разбогател благодаря капитализму и здравому смыслу и промотал свое состояние благодаря коммунизму и сумасшествию». Роберт Оуэн безо всякой посторонней помощи к двадцатилетнему возрасту был уже богатым фабрикантом и на примере своей фабрики в Нью-Ленарке, где он учредил систему образования и социального обеспечения, практически показал, что рабство и нищета в хлопчатобумажной промышленности вовсе не обязательны для хорошего ведения дел.

Роберт Оуэн имел скорее конструктивный и экономический, чем политический, склад ума. Он один из первых признал, что новое машинное производство при правильном его использовании может обеспечить благосостояние всех людей. Однако, подобно многим либеральным идеалистам, он верил, что для проведения реформ нужно доказать богатым и власть имущим, что в их интересах принять справедливую общественную систему и даже содействовать ее утверждению. Попытки Оуэна обеспечить деятельность самих рабочих всегда наталкивались на боязнь встревожить господствующие классы. Оуэн ставил своей целью создать кооперативное содружество, которое он назвал новым нравственным миром, где производство должно быть организовано без деления на капиталистов и рабочих. Впервые Оуэн попытался установить такое содружество в свободном Новом Свете, однако колония «Новая гармония», созданная им в 1825 году в Индиане, просуществовала едва три года, а ее крах поглотил значительную часть его состояния. Не останавливаясь на этом, Оуэн возвращается в Англию и отдает оставшиеся у него деньги и энергию делу профсоюзного движения, которое тогда только-только становилось легальным. В 1833 году Оуэн преобразовывает Профсоюз строительных рабочих в Национальную гильдию строительных рабочих, ставившую своей целью упразднить подрядчиков.

В следующем году его аппетиты еще более разгораются и он создает Великий национальный объединенный союз производств, который через несколько месяцев был разгромлен соединенными усилиями правительства и владельцев. В конце концов кооперативные мероприятия оказались наиболее жизненными. Сам Оуэн предпочитал производственные кооперативы, однако кооперативы пустили корни именно в области распределения. Первым просуществовавшим долгое время торговым кооперативом, хотя его ни в коем случае нельзя считать впервые основанным, был торговый кооператив рочдельских поселенцев, созданный в 1844 году. Несмотря на свои материальные успехи и на то, что эти кооперативы в известной степени защищали бедняков от чрезмерных цен, они не могли воспрепятствовать эксплуатации, присущей системе прибылей, и даже в наш век, когда кооперативы достигли своего наибольшего размаха, кооперативные общества смогли охватить не более 10 процентов розничной торговли.

Кооперативное движение, со временем ставшее более зрелым, служит примером способности рабочего класса создавать свои собственные организации и управлять ими. Общественные последствия промышленной революции наиболее глубоко могли понять только те, кто был ее жертвой,—радикалы и чартисты, в большинстве своем выходящие из рядов мелких торговцев и ремесленников. Такие люди, как Джон Грей (1798—1850) и Фрэнсис Брей (1809—1895), довели рассуждения утилитаристов и Оуэна до их логического вывода о созда-

нии социалистического государства, где все будут производителями богатства. Несколько отличается от них Томас Годскин (1783—1869), действительный основатель лондонского Института механики (впоследствии Биркбек-колледж). Его критика была гораздо глубже, ибо в ликвидации капиталистов он видел единственный выход из того положения, при котором рабочий класс постоянно нищает (стр. 610)^{6.126; 6.131; 6.141}.

Эти люди не довольствовались анализом и критикой общественного устройства, они пытались изменить его с тем, чтобы завоевать политические и экономические свободы, обеспечить легальную деятельность профсоюзов и на место ограниченных завоеваний Билля о реформе поставить народную демократию Хартин*.

К середине XIX века стало очевидно, что они ведут борьбу и страдают понапрасну. Капиталисты прочнее прежнего удерживали свое положение. Правда, отдельные проявления несправедливости были несколько смягчены—некоторые крохи нового торгашеского процветания выпали на долю рабочих,—однако основная несправедливость эксплуатации осталась. Тем не менее английские предшественники социализма, как бы ни были утопичны их цели, оставили прогрессивному движению свой богатый опыт и энтузиазм, явившийся неизменной ценностью человечества.

Французский социализм

Положение рабочих во Франции, несмотря на всю их революционную историю, было не лучше положения английских рабочих. Когда исчезли непосредственные последствия клерикальной реакции, вместо них началось циничное господство богатства, изображенное в бессмертных произведениях Бальзака и Дюма. Революция 1830 года принесла французскому народу столь же незначительное освобождение, как и Билль о реформе 1832 года принес их английским братьям. Тем не менее революционные традиции во Франции в то время все еще вызвали живое и разумное обсуждение общественных и экономических вопросов. Полусумасшедший аристократ Сен-Симон и практически мыслящий Франсуа-Мари-Шарль Фурье, основатель европейского кооперативного движения, рассуждали более отвлеченно и более систематично, чем английские филантропы и радикалы. Они определили раз и навсегда характер и организацию нового общества, воплощающего в себе идеалы общественной справедливости и свободы. Они верили, что раз люди поняли, что новая форма общества—социализм (слово «социализм» появилось в 30-х годах XIX века)—беспрельдно превосходит старую форму устройства общества, то они, естественно, провозгласят такое общество. Они верили, что после революции, предпочтительно мирной, установится «золотой век».

Этого не случилось; оуэнизм, чартизм и утопический социализм, несмотря на весь порожденный ими энтузиазм, не смогли произвести сколько-нибудь значительных изменений в господстве капитала. Было ясно, что всем им недоставало чего-то существенного, а именно—понимания механизма деятельности общества, достаточного для того, чтобы можно было осуществить определенно желаемые изменения. Техника нашла ответ на свои вопросы, создав физические науки, ибо, как мы видели, эти науки выросли тогда, и только тогда, когда стало возможным использовать открытую ими механику деятельности природы для господства над ней. В XIX веке появилась необходимость в такой общественной науке, которая была бы точно так же, как и физические науки, действительна, обеспечивая господство над обществом со стороны людей, составляющих часть его.

* Здесь сопоставляются принятый в 1832 году законопроект об изменении избирательной системы, по которому избирательное право несколько расширялось, с Народной хартией—перечнем требований, изложенных чартистами в 1838 году, содержащем в числе прочих требование всеобщего избирательного права.—Прим. ред.

12.7. МАРКСИЗМ И НАУКА ОБ ОБЩЕСТВЕ

Великим достижением Карла Маркса и Фридриха Энгельса было создание действенной науки об обществе. Карл Маркс родился в г. Трире (Рейнская провинция Пруссии) в 1818 году. Он был сыном либерально настроенного и культурного юриста. Как время, так и место рождения Маркса способствовали такому радикальному преобразованию человеческой мысли. Хотя Маркс жил достаточно близко от Франции, чтобы чувствовать все последствия великого духовного движения просветителей, но воспитывался он в стране, находившейся вне основного потока капиталистического развития. Маркс, таким образом, избегал опасности считать капитализм само собой разумеющимся явлением, как считали французские и английские мыслители. Однако эти преимущества ничего не дали, если бы Маркс не сочетал в себе острую проницательность ума с глубокой страстью борьбы за человеческую справедливость.

В студенческие годы Маркса в обстановке общего брожения, предшествовавшего революции 1848 года, со всей силой развернулись споры по идеологическим и политическим вопросам. Германия еще не была затронута промышленной революцией и благодаря наполеоновским войнам подпала под влияние французской либеральной мысли. В результате этого в Германии можно было абстрактно мыслить об общественных вопросах, не будучи стесненным слишком близкой связью с практикой. Конец XVIII и начало XIX веков—это великий период развития немецкой идеалистической философии Канта, Гете, Шеллинга и прежде всего Гегеля. В Германии общественные и естественные науки объединялись в одной величественной *натурфилософии* (стр. 361). Кант не считал неуместным провозгласить небулярную космогоническую теорию для солнечной системы и категорический императив для поведения человека на земле; Гете воспевал идеальную красоту и изучал шейные позвонки млекопитающих; Гегель создал философскую систему, которая включала в себя все, начиная от абсолютного духа и кончая идеальным прусским королевством, систему, которую он вывел с помощью идеалистического диалектического метода, отправляясь от отчуждения идеи бытия в идею небытия.

Логика Гегеля имела, тем не менее, известные преимущества. Она была более гибкой и более точной, чем логика мыслителей XVIII века, и включала в себя тот фактор, которого почти всем им недоставало: признание исторического развития. Она выковала необходимые инструменты для изучения таких ситуаций, на которые сам Гегель не обратил внимания. После смерти Гегеля в 1831 году его последователи со временем разбились на два лагеря—правогегельянцев, делавших упор на идеалистическую и соглашательскую часть гегелевской философии, и левогегельянцев, которые развили его идею о диалектических преобразованиях в революционном духе. Влиятельным гегельянцем, повернувшим от идеализма к материализму, был Людвиг Фейербах (1804—1872), который подверг критике официальную религию, являвшуюся краеугольным камнем легитимистской реакции. Фейербах в отличие от скептиков XVIII века не просто объявил религию сознательным обманом, а действительно показал, что религия сама является созданием общественного человека. Для него «Святое семейство» на небесах было лишь копией человеческого семейства на земле.

Молодой Маркс находил, что идеи гегельянцев были стимулирующими, но не соответствовали действительности. Он понимал, что Фейербах только начал выполнение своей задачи, раскрывая внутреннюю природу общества и религии. «Философы лишь различным образом *объясняли* мир,—писал Маркс,—но дело заключается в том, чтобы *изменить* его»^{5, 57, 4}. И теперь для этого открылись новые возможности.

Уже в начале 40-х годов назревала революция; вся Европа была недовольна репрессивной системой Священного союза. Маркс, начиная свою активную деятельность с либерального журналиста, считал, что он должен познакомиться

с общественной и экономической действительностью и выводить свою философию из действительного, а не идеального мира. У него не было сомнений в том, на чью стать сторону. Маркс писал статьи против помещиков, в защиту угнетенных крестьян^{6.765}. В конце концов он поплатился за критику прусской цензуры и вынужден был покинуть немецкую землю. Маркс возвращается туда лишь на короткое время, чтобы принять участие в неудавшейся революции 1848 года. Будучи в изгнании в Париже с 1843 по 1845 год, он познакомился с французскими революционерами и социалистическими мыслителями. Еще большее значение имела его встреча с молодым соотечественником Фридрихом Энгельсом, который до этого жил и работал в Манчестере и видел достижения и ужасы промышленной революции, а также рост оуэновского и чартистского движения^{6.126; 6.131}.

Исторический материализм

Маркс находился там, где сближались все эти влияния; сочетание ясного понимания со страстным стремлением к общественной справедливости позволили ему слить эти течения воедино, в связную и по существу новую теорию общества. Маркс применил гегелевскую логику—так как она содержала в себе идею изменений, вызываемых внутренними противоречиями,—к объяснению происходившей в то время классовой борьбы. Таким образом он смог объяснить внутреннюю динамику всякого общественного движения. Показав, что движущей силой общественных изменений является не провидение, как это утверждала религия, и не действия разумных людей по идеальному устройству дел, как это утверждали различные либеральные течения, Маркс нашел недостающий во всех предшествовавших социальных анализах фактор. Он усмотрел эту движущую силу в той борьбе, которую вели угнетенные, но поднимающиеся классы, чтобы обеспечить себе сносную и более полную жизнь. Маркс показал далее, что новые классы последовательно возникали вследствие технических и экономических изменений в способах производства и изменившихся юридических, общественных и экономических отношений между людьми, вытекавших из этих изменений. В то же время он достаточно хорошо понимал, что негодование и «правое дело» сами по себе не гарантируют успеха в классовой борьбе. Они нуждаются в поддержке «классового сознания»^{5.57.204} и такой теории, которая не априорно выведена, а основывается на фактах общественной истории. До Маркса социалистическая идеология состояла просто из проповедей и описаний. Маркс превратил ее в науку.

Философия и политические действия. «Манифест Коммунистической партии»

Общественная наука не менее физической науки для своей проверки и для полной связи ее с действительностью требует действий. Маркс видел, что важной областью действий в его время была область революционной политики. Он не удовлетворился разработкой теории общественных изменений; Маркс понимал, что действительное осуществление изменений есть результат усилий воли тысяч людей, которые действуют тем эффективнее, чем яснее понимают науку об общественных изменениях и чем теснее организуются для достижения своих целей. Маркс посвятил всю свою жизнь тому, чтобы понять, объяснить и организовать преобразование капиталистического общества в коммунистическое. Первым шагом было опубликование «Манифеста Коммунистической партии» в 1848 году. Это был первый призыв к действию нового научного социалистического движения. «Манифест Коммунистической партии» до сих пор остается наиболее кратким и ясным изложением марковского анализа общества и общественных изменений.

Маркс и Энгельс в «Манифесте Коммунистической партии» впервые указали, что силой, преобразующей капиталистическое общество в общество коммунистическое, явится рабочий класс—лишенный собственности пролетариат, который сам порожден развитием капиталистического способа производства

ради извлечения прибылей. В то время солидные историки и философы уже привыкли к тому, что в обществе имеются классовые различия, а опыт Французской революции служил им живой иллюстрацией. Однако им никогда не приходило, да никогда и не могло прийти в голову, учитывая полученное ими воспитание, что рабочие или вообще низшие классы могут иметь какие-либо другие функции в обществе, кроме обеспечения благосостояния высокопоставленных. Большинство из них считало эти классы чернью, которую необходимо подавлять^{6, 95}. Более мягкосердые считали, что, по крайней мере, некоторые представители этих классов—благочестивые бедняки—являются подходящим объектом для оказания милосердия, тогда как, по мнению либералов, эти классы должны иметь общие интересы со своими угнетателями в деле сохранения существующего строя общества.

Раскол в общественной науке. Буржуазная и марксистская наука об обществе

Изображение истории общества в Западной Европе с точки зрения классовой борьбы было столь чуждо академической мысли и столь мало привлекательно для тех сил, которые контролируют университеты, что неудивительно, что для его проникновения в официальные общественные науки потребовалось более столетия. Даже сегодня в странах «свободы» и «демократии» марксизм официально преподается в тех очень немногих местах, где он вообще преподается, антимарксистами, хотя, следует добавить, что огромная доля усилий экономистов и социологов от официальной науки уходит на попытки «обличения» ошибок марксизма.

Со времени появления «Манифеста Коммунистической партии» фактически существуют две различные соперничающие тенденции в общественной мысли. Несмотря на отсутствие вполне оформившейся буржуазной общественной науки, все разновидности общественных теорий, от грубого индивидуализма, проповедуемого в Соединенных Штатах, до идеализма социал-демократов, объединяются на общей основе таких общественных притязаний, которые делают эти теории, несмотря на их частные разногласия, по существу приемлемыми для существующей власти. И это действительно так, ибо все сторонники этих теорий сходятся на том, что капитализм является наиболее подходящим базисом общества и что он будет существовать вечно или в течение очень длительного времени. Они все согласны в том, что капитализм при всех своих недостатках превосходит тот тип социализма, который, по их представлениям, развивается в России и ныне распространяется на все большее число районов Европы и Азии. Признание необходимости существования капитализма, или в неизменном, или в слегка преобразованном виде—в виде «благотворительного государства», вот что характеризует все идеалистические и антиисторические теории общества. Эти теории крайне далеки от науки и, во всяком случае, принесли весьма мало пользы для руководства жизнью капиталистического мира.

Производительные силы и производственные отношения

Марксистская общественная наука, наоборот, прежде всего является материалистической и исторической наукой, и она ценна своим широким социальным экспериментированием. Она берет каждый тип организации общества, включая капитализм, просто как одну из исторических ступеней в последовательных экономических фазах использования материальных естественных ресурсов для материальных нужд человека. В любой период форма общества ограничивается главным образом техническим уровнем развития производства, *производительными силами*, воплотившимися в действительных материальных средствах производства. Например, современное фабричное производство требует гораздо более развитой организации общества, чем охота на кенгуру. Использование средств производства зависит от существующих *производственных отношений*—между продавцом и покупателем, хозяином и работником,—отношений, соответствующих средствам производства.

В действительной практике всегда существовало временное отставание данных *производственных отношений*, которые в большинстве случаев относились к средствам производства более раннего периода, от используемых *производительных сил*. Это временное отставание производственных отношений отражает *противоречие* между *классами* общества, являющееся основной движущей силой общественных изменений. Победа класса, который может установить производственные отношения, более соответствующие существующим производительным силам, поднимает общество на более высокую ступень развития, а также способствует дальнейшим быстрым усовершенствованиям средств производства. Эти усовершенствования, чрезвычайно ускоренные благодаря науке в течение последних двух столетий, представляли собой фактор, порождающий общественную неустойчивость, но они не могли сами по себе служить причиной общественных изменений, которые всегда должны иметь своей движущей силой человека.

Производительные силы и *производственные отношения* с марксистской точки зрения не охватывают собой всю общественную реальность. Каждый новый класс в самой борьбе за утверждение себя как класса вступает в противоречие с идеями, привычками, обычаями и законами старого господствующего класса, являющимися частями *идеологической надстройки*,—средствами, с помощью которых господствующий класс поддерживает свое господство. Для того чтобы обеспечить себе победу, новый класс должен выковать новую, иную идеологию, которая даст ему знание и вдохновит на завоевание власти и которая, когда эта власть завоевана, становится господствующей идеологией на новой ступени общественного развития. Так, как мы уже видели, индивидуалистическая идеология, возникшая на последних ступенях развития феодализма, помогла буржуазии завоевать власть и стала краеугольным камнем либерализма, от имени которого она защищает привилегированное положение частной собственности.

«Капитал»

Развитие общества, таким образом, рассматривается марксизмом как *процесс* революционных изменений, и, следовательно, ни одна ступень этого развития, и меньше всего *капитализм*, не является *состоянием* общества. Подробное обоснование марксовой общей теории общества, после предварительного наброска в «Манифесте Коммунистической партии» и в брошюре «Заработная плата, цена и прибыль», дано в наиболее четкой и классической работе Маркса—«Das Kapital» («Капитал»). Первый том «Капитала» был опубликован в 1867 году, а два последующих, правда в незаконченном виде,—в 1885 и 1894 годах^{5,6}, уже после смерти Маркса. В «Капитале» Маркс не только рассмотрел экономику общества с исторической точки зрения, пока зав условный и временный характер ее законов, но также объяснил историю с точки зрения экономики. Он показал, что основные исторические переходы от классических рабовладельческих империй к феодализму и от феодализма к капитализму вызывались, по существу, экономическими причинами и зависели от изменений в способе производства. Маркс, таким образом, впервые показал логическую последовательность причин и следствий, которая отсутствовала во всех академических исследованиях по истории. «Капитал» прочно основывался на научном анализе прошлого, и это позволило раскрыть механизм действия современной экономики, ибо был полностью понят ее изменчивый характер.

Теория прибавочной стоимости

Маркс воспользовался трудовой теорией стоимости, разработанной Адамом Смитом и Рикардо, и вывел из нее понятие *прибавочной стоимости*, имеющее решающее значение. «Вульгарные экономисты» (стр. 553) смотрели на заработную плату, получаемую рабочими, как на чистое возмещение стоимости работы,

произведенной рабочим, а получаемую предпринимателями прибыль приписывали их лучшей предусмотрительности или воздержанию от траты денег. Напротив, Маркс показал, что «меновая стоимость» товара определяется «общественно необходимым рабочим временем», требующимся для его производства, в отличие от сторонников теории предельной полезности, которые выводили ее из субъективных оценок самого рынка. Она включает в себя стоимость (овеществленный труд) сырья и той части капитального оборудования, которая затрачена на его производство.

То, что платится свободному рабочему при капитализме—это отнюдь не затраченное «общественно необходимое рабочее время». Самый труд рассматривается как товар, подобный любому другому товару, и его стоимость определяется исходя из того, какая стоимость, или какое количество рабочего времени, овеществлено в нем. Этого как раз достаточно для любого рабочего и его семьи, чтобы прожить обычным на данном отрезке времени для этой категории работников образом (исторический и моральный элемент учения Маркса). Действительная заработная плата может быть иногда выше, иногда ниже этой стоимости, однако она имеет тенденцию уравниваться с ней.

Разница между меновой стоимостью, заключающейся в продукции, и стоимостью труда, затраченного на ее производство, представляет собой прибавочную стоимость, присваиваемую капиталистом и являющуюся основным источником его богатства, которое он может использовать в качестве капитала для дальнейших операций. Она попадает к нему не вследствие каких-либо особых его достоинств или заслуг. Он может извлекать ее благодаря могуществу общественного капиталистического строя, установленного буржуазией в результате политической и экономической борьбы и поддерживаемого всем аппаратом насилия: правом и полицией государства, которым управляет буржуазия. Маркс, таким образом, показал, что капитализм, далеко не являясь строем естественной справедливости, как это считали классики политической экономии, представляет собой одну из форм грабежа, навязанную деспотической силой.

Именно это основное понятие эксплуатации, которое все экономисты прятали даже от самих себя, смогло придать учению Маркса взрывную силу. Нельзя сказать, чтобы рабочие и крестьяне не чувствовали эксплуатации в течение столетий, однако именно теперь они смогли понять механизм, с помощью которого осуществлялась эксплуатация. Они смогли увидеть, что эксплуатация зависит не от жестокости данного капиталиста или помещика, а от того, что основной порок коренится во всей системе, которая порождает капиталистов и помещиков. Трудящиеся также узнали от Маркса и его последователей, каким образом «экспроприировать экспроприаторов» и как создать для самих себя в соответствии с законами общественного развития такой экономический строй, при котором богатство, производимое всем обществом, будет также всем обществом и распределяться.

Общественная и экономическая теория Маркса, разработанная к 1867 году во всех своих существенных чертах, является прямым продолжением развития исследования общества, идущего от мифов через упорядоченное описание к науке. Она была и остается живой и развивающейся областью общественного знания и деятельности. Несмотря на это, игнорируя данную теорию или отвергая ее, буржуазные общественные науки в оправдание своего назначения продолжали заниматься апологией капитализма, который уже прошел период своего расцвета, но был еще далек от явного упадка, и даже эволюционировали в этом направлении. Доводы марксизма были столь не совместимы с интересами господствующей буржуазии того времени, что нет ничего удивительного в том, что в течение последующих пятидесяти лет во всем мире, и до сих пор в большей части мира, они игнорируются и отвергаются официальными истолкователями общественной науки.

Две системы общественной науки

Следовательно, в оставшейся части этой главы развитие двух внутренне противоположных подходов к науке об обществе, представляемых соответственно трудами буржуазных социологов и марксистов, необходимо рассматривать отдельно. В течение последних ста лет пути их развития все больше расходились.

На протяжении многих лет буржуазные ученые, занимавшиеся наукой об обществе, игнорировали марксизм, ничего не зная о его существовании. Даже тогда, когда прогресс марксистского социализма в Европе уже нельзя было больше замалчивать, ученый мир из принципа продолжал игнорировать марксизм или отклонять его как теорию, якобы выходящую за пределы науки. До 1917 года марксизм не имел официального положения: он принадлежал к «преступному миру» подрывной пропаганды. Об этом в 1856 году полусхотливо упоминал Маркс:

«Мы знаем, что новые силы общества, для того чтобы работать надлежащим образом, нуждаются лишь в одном: ими должны овладеть новые люди, и эти новые люди—рабочие.

Рабочие—такое же изобретение современности, как и сами машины. В тех явлениях, которые приводят в смятение буржуазию, аристократию и злополучных пророков регресса, мы узнаем дело нашего доброго друга, нашего Робина Гудфеллоу, старого крота, который так быстро умеет рыть под землей, славного сапера—революции»^{5.5 7а, 318}.

В Англии, где жили и работали Маркс и Энгельс, их идеи оказали на самодовольных буржуазных интеллигентов самое незначительное влияние; однако даже здесь, как будет показано ниже, благодаря Уильяму Моррису и марксистской группе в Социал-демократической федерации влияние марксизма было столь серьезно, что потребовалось оказать ему известное сопротивление. В Европе, особенно в Германии и Франции, влияние марксизма было намного сильнее, причем причиняющее неприятности знание марксизма распространилось довольно широко и даже, в том или ином отношении, оказало влияние на большинство ученых, занимавшихся общественными науками. И даже когда академические ученые-социологи отказывались признать марксизм, они не могли не позаимствовать и даже усвоить многие марксистские положения, отказываясь в то же время признать марксистский метод и вытекающие из него практические выводы.

В частности, широко распространилось и стало вполне respectable применение исторического метода и более или менее извращенных форм экономического истолкования истории.

В свете минувшего мы можем теперь в какой-то мере видеть важность вклада Маркса и Энгельса в дело создания новой науки об обществе. Это достижение сравнимо в интеллектуальном отношении со вкладом Галилея в физические науки и Дарвина—в биологию. Однако именно потому, что это было достижение, гораздо ближе затрагивающее каждую сторону человеческой жизни, именно потому, что оно в то же самое время всколыхнуло все «законные» права старого общественного строя и все устремления его жертв, оно было в действительности гораздо более важным открытием, чем величайшие открытия, сделанные в любой области естественных наук. В связи с тем, что это достижение было гораздо значительнее открытий в естественных науках, потребовалась более тяжелая борьба за его признание. Знание марксизма необходимо для понимания места науки в истории. Без марксизма естественная наука оставалась бы растущей грудой интересных фактов о вселенной и полезных рецептов о господстве над ней, а наука об истории человечества все еще ограничивалась бы простыми пересказами происходивших политических изменений безо всякого связного объяснения.

12.8. АКАДЕМИЧЕСКИЕ ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ В КОНЦЕ XIX И НАЧАЛЕ XX ВЕКА

В конце XIX и начале XX века основное направление академической мысли продолжало идти по пути классического либерализма, хотя к концу этого периода появляется сильное контр течение мистической и иррациональной мысли. Значительно расширили свое влияние биологические науки, в частности возникшая в то время теория эволюции, хотя на психологию оказывала влияние также и физиология, а на археологию—палеонтология. Объединение общественных и биологических наук привило общественным наукам некоторую привычку к наблюдениям и *индуктивную* логику и тем самым в известной степени отучило пользоваться *дедуктивными* выводами из начальных принципов, что было унаследовано от Аристотеля и церкви. Однако это объединение должно было также породить убеждение в том, что социология—это просто человеческая биология, которое имело столь катастрофические последствия в наше время.

Всем общественным наукам конца XIX века в отличие от общественных наук XVIII века присуща уклончивость. В данном отношении они просто отражали в научной плоскости общепринятое лицемерие культурного общества. Подобно тому как, зная о существовании многих сторон жизни, мы никогда о них не упоминаем, так и в общественных науках отсутствовали ссылки на существование классов или эксплуатации. Объяснения общественных явлений следовало выдумать так, чтобы в этих выдумках не содержалось намеков на такие щекотливые факты, а если этого нельзя было сделать, тогда лучше уж не давать никаких объяснений.

Расширение области истории. Открытие ранних цивилизаций

В рассматриваемый нами период наиболее содержательная из всех общественных наук—история не претерпела почти никаких серьезных теоретических изменений. Тем не менее история в этот период, особенно благодаря своей вспомогательной дисциплине—археологии, настолько расширилась как в отношении рассматриваемой ею области, так и в отношении частных, что перед ней открылись совершенно новые горизонты. Шаг за шагом была открыта история «доисторического» прошлого. При тщательном исследовании старая хронология Библии оказалась столь же безнадежно неточной в отношении истории человека, даже цивилизованного человека, как и в отношении истории мира горных пород, растений и животных, открытой геологами. Были открыты древний и новый каменный век и установлена историческая последовательность развития их культуры. По дошедшим до нас документам начала изучаться писаная история ранних цивилизаций Египта и Месопотамии. Больше узнали об истории других цивилизаций—Индии, Дальнего Востока и Америки. В то же время сотни тысяч подробных данных, найденных в документах или в результате раскопок, пополнили историю классического и средневекового периода и историю Европы нового времени.

Новые исторические горизонты впервые за всю историю могли определить теперь рамки событий, благодаря которым настоящее выросло из прошлого. Тем не менее общее истолкование этой новой картины было предпринято только такими эксцентричными историками, как Бокль или Винвуд Рид. Профессиональные историки стремились специализироваться в ограниченных областях и периодах и гордились тем, что писали «научную» историю при минимальном истолковании событий. Но изложение истории не всегда так ограничивалось.

Пропагандистская и научная история

Первоначально история писалась в корыстных пропагандистских целях. Сначала она имела своей целью прославить деяния героев и королей, городов и церквей. Позднее во всех разногласиях времен Возрождения вплоть до

начала XIX века история находилась на политической службе у той или другой борющейся стороны. Та ограниченная объективность, которой удалось достигнуть политической и религиозной истории, исходила в действительности из подлинно политических битв, как, например, битв между сторонниками реформации и контрреформации, между вигами и тори. Слабые пункты аргументации предшественников той или иной борющейся стороны прекрасно выявлялись их противниками. Даже величайшее историческое сочинение XVIII века—«История упадка и разрушения Римской империи» Эдуарда Гиббона являлось, в сущности, памфлетом, отдающим дань своему времени нападением на церковь как на носителя продажности и упадка.

Эта тенденция продолжалась и в Викторианскую эпоху (1837—1901), как показывают исторические сочинения Маколея, оправдывавшего вигов, или Фроуда, идеализировавшего империализм Елизаветы. Однако, главным образом благодаря немецкому влиянию, получает распространение тенденция к объективному изложению исторических событий. В самом деле, историк тем больше считался человеком науки, чем меньше он пытался объяснить, почему происходят данные события. Репутацию объективиста лучше всего можно было приобрести, придерживаясь одного избранного периода и избегая обобщений^{6.177}. Однако это был очень односторонний и обманчивый метод. Собирая лишь факты и отказываясь от теории истории, историки этого периода за неимением других средств тем самым оправдывали существование той системы, при которой они жили. Это была эпизодическая и бессмысленная история, соответствующая индивидуалистической и нерегулируемой экономической системе. Скептицизм официального историка выражен Г. А. Л. Фишером в его предисловии к своей книге «История Европы»:

«Люди более мудрые и более ученые, чем я, разглядели в истории последовательность, ритмичность и predetermined тип. Эта гармония скрыта от меня. Я могу видеть только внезапности, следующие одна за другой, подобно набегающим друг на друга волнам, и только отдельные великие факты, в отношении которых ввиду их уникальности не может быть сделано никаких обобщений; у историка есть только одно надежное правило: в развитии человеческих судеб он должен признать игру случайности и непредвиденного. Это не доктрина цинизма и отчаяния. Факт прогресса отчетливо вписан на страницах истории; однако прогресс—не закон природы. Почва, подготовленная одним поколением, может быть утрачена следующим. Мысли людей могут пойти по тому руслу, которое ведет к катастрофе и варварству»^{6.138}. Скрытая причина, определяющая такую позицию, состояла в том, что любая серьезная и рациональная попытка истолкования истории неизбежно привела бы к критике существующего экономического строя или, хуже того,—к марксизму. Самое большое, что могла показать история,—это «прогресс», но даже и это к концу XIX столетия стало весьма сомнительным.

Явно противоположная точка зрения, противостоящая представлению об истории как о науке, состояла в том, что история представлялась как искусство, как средство выражения изящных литературных произведений и занимательных историй. Это давало еще больший простор для романтического воспроизведения прошлого, по мере того как официальная история становилась все более объективистской и скучной. В результате тот пробел в истолковании исторических событий, который не удалось заполнить серьезным историкам, был оставлен для пропагандистов империализма и национализма, для невежественных фанатиков, для отъявленных реакционеров, проповедующих расистские теории и предсказывающих их осуществление.

Основание антропологии—Морган и Тэйлор

То, что не удалось сделать истории,—объяснить людям общество, в котором они живут, обратившись к его прошлому,—могло быть достигнуто путем более непосредственного изучения различных общественных организаций

живших в то время народов с самым различным культурным уровнем. Новая наука—антропология действительно сделала многообещающий первый шаг в середине XIX века, когда в результате изучения Льюисом Генри Морганом (1818—1881) и Эдуардом Бернетом Тэйлором (1832—1917) культуры американских индейцев и культуры других народов была открыта общая структура общественной организации племен во многих частях света с ее сложной системой родства, часто по материнской линии, с отсутствием частной собственности, тюрем и полиции^{6.160в; 6.177в}. Таково было, по предположениям Моргана и Тэйлора, первоначальное состояние нашей собственной цивилизации, причем они показали, что эта организация племен соответствует общественной организации древней Греции или Рима. Однако развитие этих положений выпало на долю Энгельса и других марксистов^{6.137}; для академического антрополога, так же как и для миссионера и торговца, являвшихся главными источниками информации, получаемой марксистами об этих районах, развитие это было слишком опасным, ибо оно било по устоям, на которых зиждились правление, мораль и собственность. Вместо такого тенденциозного исторического подхода гораздо безопаснее было придерживаться сравнительного метода Фрезера (1854—1941) или Вестермарка (1862—1939), собирать предметы искусства и фольклор, а также исследовать происхождение рас, измеряя черепа.

С улучшением средств сообщения и возобновлением настоятельных требований об эксплуатации всей Британской империи, что характерно для конца XIX века, умножились связи с первобытными народами. Несмотря на то, что в большинстве случаев это приводило к эксплуатации или истреблению этих народов, появилась также несравненно большая возможность изучить их обычаи и веру. Первыми серьезными антропологическими исследованиями в этой области были исследования, произведенные Миклухо-Маклаем (1846—1888) на Новой Гвинее в 1871 году и ботанико-зоологической экспедицией в районе Торресовых островов и на Новой Гвинее, в которой приняли участие А. Гаддон (1855—1940) и У. Г. Р. Риверс (1864—1922). Однако и в данном случае опять-таки эти прямые наблюдения, подтверждающие структуру племенной организации, исследованную Морганом и Тэйлором, не вышли за пределы положений психологических истолкований, а на их экономические стороны не было обращено внимания.

Социология

Соблюдение того же требования—накапливать простые и несвязанные факты и применять сравнительный метод, а также отказываться от толкования истории и экономики—обрекло и науку середины XIX века—социологию. Этому предмету вдвойне не повезло из-за его основателей Конта и Герберта Спенсера. Оба они были крайне странными и необщительными людьми. Конт (1798—1857), ученик Сен-Симона, был отшельником, с ранних лет горячо уверовавшим в то, что у него есть ключ к идеальному устройству общества. Для этого нужно было применить то, что он назвал позитивным методом науки, которому было суждено превзойти прежние методы религии и философии и который Конт изложил в ряде объемистых книг^{6.131а}. В том смысле, что этот метод порывал с традиционным или религиозным толкованием, он являлся прогрессивным для своего времени, однако Конт был ограниченным человеком, догматиком и по существу реакционером^{6.140б}. В самом деле, он мало что мог добавить к науке об обществе, кроме злоупотреблений идеями физической науки. Он считал, что руководить народом должны высокопоставленные люди, и испытывал присущее мелкому буржуа отвращение к народным движениям. Хотя Конт и нашел себе учеников вроде таких интеллигентов, как Харриэт Мартино, Джордж Элиот и Джон Стюарт Милль, и хотя он основал религию—церковь человечества,—его работы вызвали к жизни немного постоянно ценного. Термин *позитивизм* был воспринят Махом в конце XIX века в еще более абстрактном смысле.

Герберт Спенсер (1820—1903) начал свою жизнь в качестве служащего новой железной дороги и был пылким поклонником *laissez-faire* капитализма. Наделенный небольшими способностями, он посвятил себя возложенной на самого себя задаче—начертания развития человеческого общества. Он развил идею всеобщей эволюции за несколько лет до Дарвина^{6 171a}. В отличие от дарвиновской идея Спенсера опиралась на гипотетический закон необходимости постоянного роста сложности и дифференциации в мире, а не на изучение вызывающего их материального механизма. Спенсер переделал *социологию* Конта с позиций биологии. Именно его работа, пользовавшаяся в свое время огромной популярностью в Англии и еще большей в Соединенных Штатах, во многом содействовала пониманию социологии как отрасли биологии.

Влияние дарвинизма; эволюция; биологизм

В конце XIX века во всех областях общественных исследований путем аналогий с эволюционной биологией, опирающейся на огромный престиж Дарвина, было найдено идейное оправдание уклонению от исторических описаний и от необходимости делать соответствующие времени выводы. Хотя вначале это подействовало и освобождающе, опровергая идею о вечности установившегося устройства общества, такое оправдание повлекло за собой иные ошибки, которые способствовали путанице и бесплодию всех общественных исследований. Подобно тому как в XVII веке над социальной мыслью господствовала физика Ньютона с ее естественными математическими законами, так и в конце XIX века для объяснения всех изменений нужно было взывать к биологическим законам эволюции.

Не впервые общественные теории обращались к биологии. Так, в XVII и XVIII веках устройство природы восхвалялось как пример божественного деяния и люди должны были руководствоваться им в своей собственной общественной жизни^{4.12, 5.9}. Однако тогда думали, что реальный мир так же устроен и столь же статичен, как и мир небесный. Ранняя биология использовалась в целях защиты картины устройства природы, созданной раз и навсегда богом. Знаменитый довод Пейли (1743—1805) о страже представлял собой почти последнюю форму этой оправдывающей общество биологии.

Что касается эволюции, то здесь дело обстояло совершенно иначе. Эволюция не была чем-то статичным; это был процесс, происходивший все время, процесс, изменявший мир, и изменявший его способом, доступным пониманию людей XIX века. Эволюция влекла за собой конкуренцию и вела к прогрессу. В XIX столетии не поняли или, по крайней мере, не приняли (за исключением анархистов вроде Кропоткина [1842—1921] или чудачков вроде Сэмюэля Батлера [1835—1921]) того, что в эволюции люди видят общественную практику капитализма в отношении человеческих существ, отражающуюся у них в виде научной теории о животных и растениях в царстве природы (стр. 360).

Гальтон и евгеника

При рассмотрении человека просто как эволюционирующего животного развитие человеческого общества становится совершенно непонятным—моральная эволюция будет столь же стихийной и неконтролируемой, как и предполагаемая телесная эволюция^{6.133}. С самыми благородными намерениями Фрэнсис Гальтон, родственник Дарвина, взялся за исследование наследственности некоторых англичан, обладающих исключительными способностями^{5.33}. Он нашел, что многие из них были связаны друг с другом и все принадлежали к сравнительно небольшому кругу семей. Ввиду того что Гальтон занимался исключительно биологией, он просмотрел тот исторический факт, что правящий класс Англии того времени составлял весьма незначительное меньшинство, как правило связанное кровными узами, а также тот социальный факт, что шансы на успех в жизни, даже на интеллектуальный успех, имели и до сих пор имеют в пода-

вляющем большинстве своем дети из культурных и занимающих видное положение семей.

Работа Гальтона с формальной точки зрения представляла собой первое неумелое использование статистики при исследовании наследственности, что и привело к созданию социально-биологической науки *евгеники*; с тех пор евгеника пытается, главным образом с помощью генетики, доказать высшую ценность породы господствующего класса и подчеркивает необходимость защиты его от беззаботного отношения к бракосочетанию с низкосортными бедняками. Такое биологическое толкование человечества с присущим ему подчеркиванием роли расы и бракосочетания в большей или меньшей степени оказало влияние на наиболее прогрессивных мыслителей, занимающихся общественными и историческими науками. Этот взгляд популяризировался такими историками, как Грин, и романистами вроде Уэллса, которые так и не смогли понять, что, сводя человека к низшим ступеням эволюции, они превращают в бессмыслицу историческую и общественную науку.

Расистская теория

Худшие результаты должны были последовать на практике. Это двойное перенесение: общественных представлений в биологию и биологических обратно в социологию—при применении на практике в XX веке имело ужасные последствия. Больше чего-либо другого оно подрывало основы прежнего убеждения, непрочно засевшего в традиционной религии, согласно которому человек принадлежит обществу, а сама его индивидуальность может найти адекватное выражение только через общество. С усвоением этого ложного биологического взгляда на человечество, как на расу, а не общество, отпали даже ограниченные санкции, заключавшиеся в религиозной морали. Жизнь стала всеобщей конкуренцией, где расистская доктрина могла быть использована для оправдания любой степени классовой или колониальной эксплуатации; она могла быть даже использована для доказательства, что белые и черные люди представляют собой разные биологические виды^{6.132a}. Однако весь ужас этой доктрины раскрылся именно в наши дни, когда под предлогом расового превосходства, во что фанатически верили тысячи последователей нацистов, она использовалась в преступных целях в условиях невероятной жестокости и деградации большинства населения, а также наиболее бессмысленных убийств в истории^{6.169a}. Нацисты хладнокровно убили, повидимому, больше людей, чем их было убито во время всех, вместе взятых, гражданских и религиозных столкновений на протяжении всей человеческой истории; и все это от имени биологической теории.

Это лишь полдела; кроме того, подобное извращение дарвинизма, прославляющее расу, прославляло также и войну, ибо именно в войне раса испытывает себя и именно в войне выживают наиболее сильные^{6.148}. Правда, данные идеи большей частью принадлежали невежественным и фанатичным людям. Хотя такие философы, как Ницше (1844—1900), Бергсон (1859—1941) и Сорель (1847—1922), оказали этим людям некоторую моральную поддержку, однако очень немногие ученые непосредственно оказывали им свое содействие. Тем не менее ученые XIX и XX столетий не могут избежать порицания. Их боязнь оказаться впутанными в политику означала, что они предоставляли другим людям заниматься общественным применением своих собственных идей и действительно не протестовали против извращения выводов, сделанных из их собственных исследований.

Политическая экономия. Теория предельной полезности

Развитие политической экономии в последние годы XIX века явно противоречит развитию науки истории в том отношении, что в ней стремились к дедуктивной теории, выведенной из абстрактных первоначал, а не к собиранию фактов. «Вульгарные экономисты» середины XIX века довольствовались утверждением железных законов экономики как научного оправдания безжа-

лостной эксплуатации в то время. Однако уже в 1852 году даже Джон Стюарт Милль в своих «Принципах политической экономии» начал сомневаться, можно ли оправдать эту степень нищеты какими-либо законами, и обнаружил опасное стремление к социализму^{6. 126}. В самом деле, в середине XIX века основная цель экономических сочинений изменилась в корне, хотя и незаметно. Задача экономистов нового периода состояла теперь в защите капитализма не от старомодного протекционизма и интересов землевладельцев, а от критики снизу, со стороны социалистического движения и прежде всего со стороны Маркса, а это требовало более тонких и научных оправданий.

Прародителем такого оправдания, впервые использованного Джевонсом (1835—1882), Менгером (1840—1921) и Уолрасом (1834—1910) и приведенного в законченную систему Маршаллом (1842—1924), была теория предельной полезности (стр. 553). Эта теория научна только в том смысле, что она применяла несколько более подчищенную математическую теорию пределов к проблемам экономического обмена, признавая в то же время необходимую и вечную естественность капиталистической системы производства. В этой теории любая стоимость устанавливалась стоимостью, по которой может быть выгодно обменена последняя, или предельная, единица. Предельные единицы: наихудший участок поля, который еще выгодно возделывать; дополнительный товар, который еще выгодно производить; работник, которого еще выгодно нанять, а не уволить; покупка или развлечение, без которых еще можно обойтись,— считаются ограничительными пунктами, где начинается или прекращается производство или потребление определенных товаров. Средняя цена заменяется предельной ценой, а различие между ценами рассматривается как фактор, определяющий объяснение и оправдание ренты, прибыли и процента.

Теория предельной полезности отрицала всякое значение *стоимости*, за исключением того, которое определяется законом предложения и спроса на идеально свободном рынке. Стоимость зависит исключительно от чисто субъективного математического исчисления, не зависящего от вульгарных материальных соображений. Следовательно, поскольку труд не входит в определение стоимости, не может быть и речи о прибавочной стоимости или эксплуатации, так что доводы Рикардо и Маркса рассматриваются как не относящиеся к делу. Теория предельной полезности также заменила предсуществующую гармонию экономистов XVIII века *абсолютным равновесием*, которое действует совершенно автоматически, но в то же время является наиболее благоприятным. Любое вмешательство профсоюзов, монополии или правительства в обмен товаров по подлинным предельным стоимостям неизбежно влечет за собой ухудшение положения для всех.

Сначала теорию предельной полезности выдвинули не в целях оправдания [эксплуатации]. Она пыталась объяснить изменение цен исключительно с точки зрения рыночного и биржевого обмена, игнорируя всякие соображения о самом производственном процессе, которым экономисты того времени (за исключением немногих экономистов-историков) серьезно не интересовались. Во всяком случае, эта теория никогда не была тесно связана с экономической действительностью. Деловые люди не извлекли из предельных вычислений никакой пользы для своих сделок. Действительные цены отдельных товаров были подвержены случайным флуктуациям, определяющимся внешними причинами или биржевыми игроками, которые этой теорией игнорировались, и к тому же цены вообще были подвержены гораздо более серьезным, повидимому, неизбежным, но непредсказуемым изменениям в периоды бумов и кризисов. Этого нельзя было игнорировать, однако изменения цен рассматривались как колебания, которые исчезнут при достижении идеального равновесия.

Задолго до принятия теории предельной полезности условия, которые она постулировала, уже не существовали. На свободный мировой рынок явно вторгались объединения и тресты, с одной стороны, и правительственный протекционизм, часто тесно связанный с ними,—с другой. Распространение тяжелой

индустрии в других районах, кроме Англии (стр. 312), фактически ликвидировало те чрезвычайно благоприятные условия середины XIX века, на которых основывалась теория предельной ценности. Тем не менее данная экономическая теория, которая стала установившейся доктриной не только в Англии, но почти во всех капиталистических странах, осталась и насаждалась с небольшими изменениями во всех областях экономической науки. Сам факт, что она имела слабую связь с действительностью, лишь оттенял прелесть ее научных доводов. Лионелю Роббинсу, обнаружившему явные добродетели в недостатках этой теории, оставалось провозгласить:

«...как личные оценки, так и технические факты находятся вне сферы экономического единообразия... Однако разве не желательно переступить подобные ограничения? Разве мы не должны стремиться быть в состоянии дать цифровые значения системе счисления оценок, установить количественный закон спроса и предложения?.. Несомненно, что такое знание было бы полезно. Однако небольшое размышление делает ясным, что здесь мы вступаем в такую область исследования, где нет оснований полагать, что можно открыть какое-либо единообразие.

...Если это верно в отношении попыток установить определенные количественные значения для таких простых понятий, как функция спроса и предложения, то тем более применимо это к попыткам установить «конкретные» законы движения более сложных явлений: колебаний цен, дисперсий цен, деловых циклов и т. п.».

И ему осталось только похвастаться, что истинные экономисты не вступают в «скучные дискуссии о различных формах крестьянской собственности, фабричной организации, индустриальной психологии, технического образования и т. д. ...[и] о бесхребетных пошлостях относительно удобрений»^{8.1696}.

Тем не менее события XX века, в особенности большой кризис 30-х годов, явились слишком серьезным уроком даже для академических экономистов. Каким образом бунт наиболее выдающегося из академических экономистов Джона Майнарда Кейнса (1883—1946) против пороков и нелепостей теории предельной полезности характеризует начало новой эры в экономической теории, включившей в себя принцип полной занятости, мы покажем в своем месте (стр. 597).

Главные черты предельной школы—ее формализм и субъективизм являются характерными чертами для общей умственной деградации конца XIX века. Она знаменует собой возврат к непригодному математическому истолкованию общественных явлений, имевшему место в конце XVII века. С внедрением статистики стало казаться, что, говоря словами Дживонса, «наша наука должна быть математической просто потому, что она имеет дело с количествами». Такое удаление из политической экономии всего социального и материального привлекало к себе интеллектуалов, ибо оно казалось *научным* и *объективным* в том позитивистском и по существу субъективистском смысле, который приобретает все более важное значение к концу века (стр. 318). На деле эта теория не была ни объективной, ни политически нейтральной. Делая основной упор на потребляющую личность и ее субъективные желания, она показывала, что желание миллионера приобрести еще одну машину «роллс-ройс» и желание жены рабочего получить пол-литра молока для своих детей мало чем отличаются друг от друга. Изгоняя из политической экономии любые представления об эксплуатации, она устраняла всякую революционную критику. Принимая существующий экономический строй как нечто само собой разумеющееся, она в конечном счете приводила к оправданию этого строя. В таком оправдании, конечно, крайне нуждались, а оно становилось все более и более трудным.

Бесплодность и декаденс «fin de siècle»

Предчувствие несчастий, начавшееся с серьезной депрессии 1870 года с присущей ей неуверенностью в делах, волнений среди рабочих и боязни

войны, имело более непосредственное влияние на общественные науки, чем на естественные науки (стр. 378). Несмотря на постоянный рост накопления богатств, неограниченный прогресс уже не казался столь очевидным, и даже направление его было сомнительным. Даже в Англии, находившейся на вершине своего процветания, смутные социалистические тенденции росли и распространялись в средних классах. В ответ на это в академических и интеллигентских кругах стремились игнорировать или пытались оправдать пороки цивилизации и угрозу, стоящую перед ней, как просто кажущиеся и переключить внимание людей от общественных вопросов к вопросам личности и психологии. В век общепринятого декаденса стремились к религиозной, мистической и откровенно иррациональной общественной науке. Такие философы, как Ницше и Бергсон, и такие социологи, как Парето (1848—1923) и Сорель (1847—1922), указывали на беспомощность человека при любых рациональных совместных усилиях и на необходимость либо откровенно прибегать к насильственным и иррациональным действиям, или замкнуться в абсолютном бездействии и мистическом созерцании. Если общественный мир находится вне сферы разума, то его улучшение должно зависеть от вдохновения или интуиции гения или сверхчеловека.

Тем не менее глубокий интеллектуальный прогресс, достигнутый благодаря возникновению физических и биологических наук, и соединение преобладавшего в то время либерализма с сильной традицией рационализма на длительное время предотвратили возможность повсеместного принятия этих реакционных взглядов. Следовало найти известное научное оправдание с тем, чтобы можно было вновь подлакировать общественные науки, в частности психологию, новым научным мистицизмом, сменившим старый религиозный мистицизм. Многие из наиболее преуспевавших, а также из наиболее респектабельных ученых и философов способствовали этой новой мистификации—от Пуанкаре (1854—1912) во Франции и Бертрана Рассела в Англии до основателя прагматизма и брата писателя-романиста Генри Джемса практичного Уильяма Джемса (1842—1910) в Америке.

Прагматизм

Прагматизм явился первым серьезным вкладом Нового Света в общественную мысль со времен Франклина. «Достоинства» прагматизма могут служить наглядным свидетельством глубины разложения культуры и общественной совести под влиянием неограниченного капитализма. В «Золотом веке» Марка Твена^{6.177а} изображены невообразимая эксплуатация и расхищение природных богатств и почти открытая война между непреклонными индивидами, заканчивающаяся победой нескольких миллионеров, основавших крупные тресты^{6.184}. Социальный характер прагматизма был тонко, хотя и несколько поверхностно вскрыт Вебленом (1857—1929)^{6.178}. Это была атмосфера, в которой уживались скверность, насилие и религиозность^{6.125а}. Уильям Джемс понимал, что для удержания всего этого требуется известная примесь науки. Он вывел свою науку из эволюционной биологии, в частности из злоупотреблений доктриной выживания наиболее приспособленных. Выжить—полезно; следовательно, то, что ведет к выживанию, должно быть полезным, а сам путь к выживанию должен быть истинным путем. Истина—это то, что работает и оплачивается. Эта доктрина была тем удобна, что она набрасывала покрывало философского одобрения одновременно как на посещение церкви, так и на умение делать деньги.

Благодаря наиболее известному ученику Джемса Джону Дьюи (1859—1952) этой доктрине суждено было стать основой американского либерального мышления и просвещения. При всем своем «передовом» характере она была научно пуста и морально несостоятельна, а впоследствии оказалась совершенно непригодной, чтобы противостоять открыто реакционным и обскурантистским тенденциям американизма.

Наиболее замечательный вклад в создание мировоззрения, которое могло бы быть интеллектуально приемлемым и в то же время не таило бы в себе опасности вступить в конфликт с силами капитализма, исходил из Вены. До того как разразилась первая мировая война, Вена доживала последние годы как столица безнадежно отсталой и неустойчивой Австро-Венгерской империи, которая включала в себя в то время такие интеллектуальные центры, как Будапешт и Прага, и имела общую культуру, по существу своему немецкую, свободную, однако, от агрессивного самодовольства Берлина. Эта культура представляла собой исключительное достояние ограниченного круга разочарованной интеллигенции многих национальностей, в основном зависимых, прямо или косвенно, от имперской администрации. Следовательно, Вена являлась наиболее подходящим городом для создания школы интеллектуального пессимизма во всех областях. Венская школа сделала свой вклад как в философию, так и в психологию, создав неопозитивизм и психоанализ, оказавшие глубокое влияние не только на академическую мысль, но и на всю ориентацию «западной», или буржуазной, мысли XX века.

Влияние этой школы не ограничивалось данными областями: Менгер основал австрийскую школу экономистов, которая, подобно английской школе, разработала теорию предельной полезности, делая значительно больший упор на логическую невозможность социализма, который уже становился серьезной силой в Вене.

Мах и позитивизм

Первым существенным вкладом венской школы было создание философии *позитивизма* (стр. 318), главным образом благодаря Маху, который доказывал, что наука—это просто наиболее удобный способ упорядочения чувственных восприятий и что любые дискуссии о действительном материальном мире представляют собой чистую и бесполезную метафизику. Первые позитивисты, в частности, презрительно третировали такие материалистические представления, как представления об атомах, к несчастью для себя как раз в тот период, когда физические исследования придавали этим представлениям реальное значение, с годами становившееся все более очевидным.

Хотя позитивизм появился в первую очередь в области физической науки, его влияние было гораздо шире. Как мы видели при рассмотрении вопроса о развитии физики (стр. 408) и экономической теории предельной полезности, позитивизм знаменовал собой общий отход интеллигенции от конкретных проблем к абстрактным и от естественного подхода к решению вопросов—к формальному. Это движение опиралось на нежелание смотреть в лицо фактам, так как факты, особенно общественные, становились все более неприятными для буржуазной интеллигенции. Позитивизм действительно предоставил восхитительное алиби для тех, кто хотел быть выше борьбы на правой стороне. Как говорят ирландцы: «Я знаю, что вы были беспристрастны в этой борьбе, но к какой стороне вы были беспристрастны?» Лишь наиболее тупые реакционеры выступали против этого положения; к несчастью для австрийских позитивистов, среди этих реакционеров были нацисты.

С другой стороны, позитивистские идеи просочились в интеллигентское крыло социалистического движения, усиливая его обособленность от неприятной действительности и ослабляя его волю к действиям. Развитие и последствия позитивизма, ставшие более очевидными в XX веке, будут рассмотрены ниже (стр. 617).

Фрейд и психоанализ

Вторым важным вкладом венской школы в общественную науку была кажущаяся революция в психологии, произведенная психоанализом с его разоблачениями пустоты и предубеждений сознающего разума и с его акцентом

на иррациональный и аморальный бессознательный ум. К концу XIX века стало ясно, что абстрактная факультетская психология различных школ непригодна ни для чего, кроме преподавания. Она по существу была аристотелевской и преднамеренно поддерживалась в таком состоянии, ибо все вопросы чувств или морали следовало предоставлять попечению организованной религии. Необходима была новая «научная» психология, которая и была, наконец, разработана Зигмундом Фрейдом (1856—1939) в период после 1890 года. Однако, поскольку большая часть событий в истории фрейдистской психологии и наибольшее ее влияние относятся к XX веку, было бы лучше рассмотреть ее в следующей главе.

Позитивизм и реакция

В целом тенденция, примером которой служат венская школа и подобные ей течения в Англии и Америке, заключалась в том, чтобы найти философское, психологическое и экономическое оправдание капитализму, или, как теперь предпочитают называть капитализм его приверженцы, «западной цивилизации», создающее видимость научного анализа в духе либеральной традиции. Подчеркивая в наиболее ученых выражениях иррациональность и бессмысленность, присущую вселенной, неизбежность личных предубеждений при ее объяснении и безответственность индивидуальной психики, отданной во власть ее комплексов, они внесли путаницу в попытки, направленные на контролирование и преобразование вселенной, и парализовали их. Настаивая на правах личности оставаться независимой от общества, они предоставили убежище тем, кто стремился оправдать свою собственную бездеятельность.

Общественная мысль в Англии

В Англии ввиду традиций, которые восходят к гораздо более далеким временам, чем период промышленной революции, абстрактная теория никогда не играла такой важной роли, как в Европе, и соответственно общественная наука и практическая политика никогда не были полностью разделены. Британцы, а точнее—англичане (ибо шотландцы все еще были привязаны к европейской традиции) гордились своей практичностью, а также тем, что они не нуждались в теории или метафизике, особенно при решении общественных вопросов. Как мы уже видели при рассмотрении физических наук (стр. 408), это была всего лишь иллюзия, ибо в их практических суждениях в основном предполагалась теория, которая, будучи раскрытой, оказывалась во многом неприемлемой. Тем не менее такая практичность была до известного предела лишь удобной фикцией, так как она могла скрыть любую степень внутренней несообразности и позволяла изменяться, не теряя своего лица. До тех пор, пока внешние обстоятельства оставались подходящими, английской буржуазии именно благодаря этим методам на протяжении большей части трех столетий удавалось идти своим путем без насильственных коллизий, которые пришлось испытать ее коллегам за границей. С 1850 по 1880 год английская буржуазия фактически встречала весьма незначительную оппозицию со стороны рабочего класса.

Цеховые профсоюзы—инженеров, рабочих деревообделочной промышленности и т. п., которые были первыми профсоюзами, сформировавшимися после крушения чартизма (1848),—самоустранились от постановки политических вопросов, лишь вообще поддерживая либерализм, и сосредоточили свое внимание на борьбе за повышение заработной платы и улучшение условий труда. Профсоюзы принимали экономический строй в том виде, в каком он существовал, требуя лишь справедливой доли продукта за свой труд. Пока Англия продолжала быть мастерской мира, эта доля оставалась достаточно большой, чтобы помешать английским рабочим следовать примеру континентальных рабочих, которых захватывало влияние марксистской социал-демократии или анархо-синдикализма. Однако уже в конце XIX века стали заметными первые

признаки того, что положение в Англии не так уж благоприятно. Депрессия 70-х годов была сигналом к возрождению профсоюзной деятельности. Практика поколебала тот взгляд, что частное предпринимательство и самопомощь способны обеспечить постоянный прогресс и процветание. Неквалифицированные рабочие, условия жизни которых становились невыносимыми, начали создавать профсоюзы. С появлением профсоюзов докеров и рабочих-газовщиков начал изменяться и общий характер тред-юнионизма. Более старые профсоюзы, как, например, профсоюз горняков, начали реорганизовываться и вступили в борьбу. В упорных стачках выдвигались не только экономические требования—справедливость капиталистической системы была вновь поставлена под вопрос.

Социализм начал изучаться и пропагандироваться рабочими и интеллигентами. Влияние Маркса можно было обнаружить уже в 1883 году—сначала в выхоленном и оппортунистической форме—в Социал-демократической федерации Г. М. Гайндмана (1842—1921), занимавшейся в основном вопросами парламентарного представительства. Отколовшейся впоследствии организацией, по своему характеру более явно пропагандистской и марксистской, была Социалистическая лига Уильяма Морриса (1834—1896), который внес в движение свою страстную веру в способность людей к товариществу и созданию прекрасного. Он говорил:

«Противоположность богатства и бедности невыносима и не может быть терпима ни богатыми, ни бедными. Сейчас мне кажется, что, чувствуя это, я должен бороться, чтобы разрушить систему, которая, на мой взгляд, является просто системой угнетения и консерватизма; такую систему, как мне кажется, можно разрушить лишь объединением недовольства многих; изолированные действия немногих личностей из числа среднего и высшего классов представляются мне совершенно бессильными против этого; другими словами, антагонизм классов, который породила эта система, является естественным и необходимым инструментом ее разрушения»^{6.160a}.

В 1893 году была создана Независимая рабочая партия во главе с Кейром Гарди, более похожая на организацию рабочего класса. Она ставила своей целью избрание в парламент кандидатов от рабочего класса на основе программы «обеспечения коллективной собственности на все средства производства, распределения и обмена», далеко превосходящей то, что ныне слывет за социализм в кругах лейбористской партии. Тем не менее ее политика оставалась по существу реформистской, отвергающей любое допущение революции.

Социальное обследование

Наиболее либеральные и дальновидные люди считали необходимым не столько перестройку общества, сколько устранение самых худших, уродующих его недостатков. Выработав новый метод исследования—социальное обследование, можно было точно определить, что представляют собой эти пороки. Этому методу предшествовали королевские комиссии, которые на протяжении всего XIX века тщательно обследовали многие стороны английской экономической и общественной жизни. Такое обследование давало обычно или незначительный результат или вообще ничего не давало, однако доклады этих комиссий явились источником социальной информации, которым в полной мере воспользовались Энгельс и Маркс^{6.160a}.

Новое социальное обследование представляло собой аналогичное исследование, предпринимаемое частными лицами и осуществляемое научными методами, однако обычно с точки зрения политических и экономических целей с несколько иными намерениями. Впервые и наиболее полно это обследование было разработано в Англии, все еще остававшейся ведущей капиталистической страной. Следуя примеру ранних социалистов, сначала Бутс (1840—1916), а затем Сибом Раунтри и Веббы начали систематически изучать с помощью статистических методов действительные условия и образ жизни бедняков

и рабочего класса. Побуждение было прежде всего филантропическое, но почти с самого начала оно приобрело тонкий политический оттенок.

Фабианское общество

В 1884 году Сидней Вебб (1858—1947), объединив группу государственных служащих, филантропов, публицистов и других исключительно благонамеренных лиц, включая Г. Г. Уэллса и Г. Б. Шоу, основал Фабианское общество. Основной целью этого общества была реформа административной и экономической системы путем «гласности и соразмерности», а само его название* указывало, что цель может быть достигнута путем «неизбежной постепенности». Одна из его главных забот состояла в том, чтобы преобразование общества произошло благодаря убеждению, без революции, с тем чтобы социалистические мероприятия могло проводить либеральное и даже консервативное правительство. Многое было сделано для разоблачения ужасных условий трущоб и потогонной [системы труда в] промышленности, многое — для улучшения местной правительственной машины; вместе с тем в своей «Истории английских тред-юнионов» Веббы оказали духовную и моральную поддержку, по существу, стихийной организации рабочего класса. Фабианские брошюры^{6.1376}, в ряде которых имеются произведения Бернарда Шоу^{6.179}, достойные лучшего применения, распространяли идеи этого выхолащенного социализма далеко за пределы самого их общества. Пьесы Шоу и романы Уэллса^{6.1786} впоследствии оказали влияние на миллионы людей и создали в начале XX века такую атмосферу, что в кругах интеллигенции фабианство стало считаться чем-то само собой разумеющимся.

Фабианская социология. Лондонская школа экономики

Отличительной чертой фабианской социологии является отсутствие основополагающей теории и внимание к фактам, преимущественно к большому количеству фактов. Выводы делались только из событий, прочно похороненных в прошлом, подобно тому как это было проделано Гаммондами в его величественном исследовании положения городских и сельских рабочих в XVIII и начале XIX веков^{5.37—38}. Однако к проблемам дня можно было подходить постепенно и медленно. Силой, производящей улучшения, ни в коем случае не должен быть мятежный рабочий класс, а скорее просвещенные государственные служащие и объединения деловых людей, достаточно осознавших опасность революции, чтобы предпочесть более подходящую альтернативу, которая, как предполагалось, явится неопределенным наследником прогрессивно реформированного и гораздо более разумного и принаряженного капитализма.

У фабианцев не было своей собственной экономической теории, чем они и гордились. Вместо нее они приняли «научную» политическую экономию, то есть теорию предельной полезности, не видя или, возможно, не желая видеть, что капитализм нельзя изменить при помощи теории, которая предполагает неопределенно длительное его существование. Одним из крупнейших достижений этого общества было содействие основанию в 1895 году Лондонской школы экономики и политической науки, первоначальной целью которой было обучение поколений молодежи в духе прогрессивной мысли и идеалов просвещения. При наличии в штате этой школы людей такого калибра, как Грехем Уоллес (1858—1932), Гобхаус (1864—1929), Тауни и Ласки (1893—1950), можно было ожидать, что она если не произведет социальную революцию, то, по крайней мере, даст новое истолкование экономическим и социологическим учениям. В действительности присущая фабианству робость помешала ей сделать что-нибудь в этом роде. Вместо этого она выпускала толковых администраторов

* Фабианское общество получило свое название по имени римского полководца Фабия, который в войне против Ганнибала придерживался тактики выжидания и осторожности, за что был прозван Кунктатором (медлительным).—Прим. ред.

и будущих лейбористских министров. Политическая наука представляла собой не более чем перепевы поучительных взглядов на демократию и свободу. Когда кафедра политической теории в этой школе в недавнем прошлом перешла к горлового представителю консерватизма, никто не был удивлен.

Фабианство, в сущности, представляло собой либерализм XIX века, приспособленный к условиям империализма. Оно признавало непригодность старой политики по принципу *laissez-faire* в эпоху развития монополий и усиления вмешательства государственной власти в экономику. Вместо борьбы с империализмом фабианство стремилось к тому, чтобы сделать его более разумным и действенным. Оно не видело или не желало видеть внутренних противоречий империализма, ведущих к войнам и кризисам. Когда разразилась англо-бурская война, то общество чуть было не раскололось. Пацифисты, либералы, члены Независимой рабочей партии, а также Дж. Р. Макдональд и г-жа Панкхерст выступили с протестом против войны, однако возобладали официальная точка зрения, которой придерживались Шоу и Веббы.

Фабианскому движению уделяется здесь столько места не потому, что оно сделало какой-либо вклад в общественную науку, а потому, что оно представляет собой попытку, на высшем интеллектуальном уровне, исцелить капитализм посредством познания и благих намерений, или, иначе говоря, попытку уклониться от своего долга бороться за избавление от капитализма. Фабианство и до сих пор имеет важное значение, потому что в Англии и в известной степени в Соединенных Штатах оно служит идейной базой лейбористской партии и прогрессивных демократов и является сходным, хотя и не тождественным, мировоззрением с реформистским социал-демократизмом европейского континента. Несмотря на то, что Бернштейн, зачинатель ревизионского марксизма движения, был в Англии и испытал на себе влияние фабианства, ревизионистское движение отошло от марксизма только тогда, когда для него появилась опасность вступить в конфликт с капитализмом. Фабианцы с самого начала избегали даже этого риска.

Внутренняя противоречивость общественных наук при капитализме

Даже такой короткий рассказ о развитии общественных наук в конце XIX века должен показать их непоследовательный и противоречивый характер. В самом деле, становилось все труднее примирить стремление к расширению знания и познанию, которое стало необходимым вследствие увеличивавшейся сложности общественного устройства, с запрещением распространять все то, что могло бы опрокинуть господствующий строй, основанный на эксплуатации труда ради получения прибыли. Такая наука неизбежно должна быть пристрастной, бессвязной и апологетичной по своему характеру. Все действительные вопросы обходили тем легче, чем старательнее они скрывались во тьме споров о тривиальностях. Академическая общественная наука в период загнивающего капитализма могла иметь только такое будущее, какое мог иметь породивший ее и направляющий ее шаги общественный строй.

12.9. РАЗВИТИЕ МАРКСИЗМА В XIX И НАЧАЛЕ XX ВЕКА

В течение того же периода, начиная с творческой работы Маркса в 40-х годах XIX века до победы Октябрьской революции в 1917 году, развивалась и процветала совершенно новая и неофициальная общественная наука. Гониемые, без денег, не имея ничего подобного аппарату прессы, литературы, науки или системы просвещения, предназначавшегося для распространения официальных взглядов, марксисты на протяжении XIX и начала XX веков постоянно развивали критику общества, которая была не только гораздо глубже, но также и гораздо шире критики общества со стороны академической общественной науки.

Одной из ключевых идей Маркса является идея о единстве наук, и поэтому марксизм развивался без того разделения между точными и гуманитарными науками, или между естественными и общественными науками, которое становилось все более характерным для буржуазной культуры. Политическая экономия, технические и физические науки были объединены в одно живое целое, получившее свое выражение в «Капитале» Маркса, чью главную экономическую доктрину о капиталистической эксплуатации путем получения прибавочной стоимости мы уже рассмотрели (стр. 558 и далее). Однако это только часть богатства экономических знаний, содержащихся в «Капитале». Кроме этого, Маркс не только действительно глубоко проанализировал данный процесс промышленного производства и финансовой системы, но и объяснил повторяющиеся кризисы перепроизводства, которым подвержен капитализм. Это было сделано более чем за пятьдесят лет до официального признания буржуазными экономистами подобных кризисов как необходимых последствий экономической системы капитализма, причем и по сей день буржуазные экономисты не могут ни объяснить, ни предотвратить кризисы (стр. 599).

Диалектический материализм

Однако «Капитал» — это не только объяснение и убийственная оценка общественной системы. В общем построении «Капитала» и почти на каждой его странице имеются примеры нового метода, столь же важного для развития исторических и общественных наук, как важен был экспериментальный метод естественных наук XVII века. Оба метода исходят из материального мира и человеческого опыта познания мира и господства над ним; однако метод Маркса — *диалектический материализм* — является более широким обобщением, применимым ко всей области человеческой деятельности: как к миру человека, так и к миру природы. Вооруженные этим методом, Маркс и его последователи приступили к разработке ряда таких проблем, которые были неразрешимы с точки зрения старых философских систем, а также многих новых проблем, о самом существовании которых эти системы не знали.

В пределах такого объема изложения истории наук, как наше, невозможно представить диалектический материализм так, как это необходимо для людей, не знакомых с ним^{1.2.365}; здесь дается едва ли больше, чем перечень его главных черт. Существо диалектического материализма состоит в понимании того, что возникновение *новых форм* и *новых процессов* является результатом внутренних противоречий, а не результатом действия внешних сил (механизмизм) или влияния predetermined цели (телеология). Своеобразное подтверждение диалектического материализма Маркс нашел в социальной области — в области таких преобразований, как переход от феодализма к капитализму, и в гораздо более важном преобразовании, в котором Маркс должен был сыграть столь большую роль, — в переходе от капитализма к социализму. Здесь внутренние противоречия и возникновение новых форм наблюдать было гораздо легче, чем при изменениях в неодушевленном мире или в эволюции живых существ с их почти бесконечно медленнее протекавшими изменениями.

Маркс использовал абстрактную гегелевскую схему перехода категорий из *количества* в *качество* для того, чтобы описать действительные изменения, происходящие в сложном материальном мире. Он показал, как новая система общества, качественно отличная от старой, возникает естественно, в результате накопления количественных изменений в старой системе, вроде роста торговли и применения машин с сопутствующими им общественными конфликтами. Более того, качественные изменения должны быть внезапными и решающими, ибо непрерывное развитие никогда не может привести к чему-либо действительно новому. Диалектика объясняет изменения, показывая, как они возникают из столкновения противоположностей, порожденных внутри предшествующей системы и в конечном счете ломающих ее, чтобы высвободить новую систему. При таком подходе не нужно ни звать к определяющим, действующим

щим извне материальным факторам вроде климата или болезни, ни ссылаться на скрытое невежество, приписывающее все изменения провидению или случаю. Вопрос о том, каким образом все это применяется к развитию обществ, которое происходит путем взаимодействия производительных сил и производственных отношений, уже рассмотрен нами (стр. 559); однако здесь необходимо сделать дополнительные разъяснения.

Согласно марксистской картине общественного развития, любое изменение экономического строя связано с появлением нового класса в обществе, который совсем по-иному участвует в процессе труда и в присвоении продукта труда. Всякий новый господствующий класс в процессе эксплуатации других классов присваивает наибольшую долю продукта. При этом он стремится все более переложить действительный процесс труда на плечи других классов. Класс, который прибегает к наиболее передовым для своего времени методам производства, в результате борьбы вытесняет прежний господствующий класс. При этом он изменяет производственные отношения общества для того, чтобы сочетать их с новыми методами производства, с соответствующими изменениями в идеологии. Так, господствующая плутократия классических рабовладельческих государств уступила место в основном варварской феодальной знати, более приспособленной к ведению существующей экономики (стр. 150). Феодальные сеньоры в свою очередь уступили свое место буржуазии, которая боролась за право вести торговлю и мануфактурное производство в условиях товарной экономики (стр. 225) и завоевала это право, а в настоящее время буржуазия вытесняется рабочим классом, общественно-кооперативный процесс труда которого относится к эпохе научного производства и планирования (стр. 391). Именно в этом смысле Маркс провозгласил, что вся история была историей классовой борьбы.

Таким образом, диалектика истории—это не формальная схема, навязанная Марксом развитию общества, а наоборот, она возникла в результате действительного исследования общественных изменений и только потом стала основой для более широких обобщений. Маркс является одним из величайших ученых, так как он понял, что первейшая задача исследователя общества состоит в отыскании внутренних законов его развития, так как, открыв эти законы, он пошел дальше и показал их действительность как в теории, так и на практике.

Энгельс. Социализм, общество и природа

Энгельс разъяснил учение Маркса и распространил его выводы за пределы политической экономии. В «Анти-Дюринге»^{6.136} он дал набросок системы научного социализма, которая выводится не из благих фантазий об идеальном обществе, а возникает как естественное диалектическое развитие рабочего класса, разрушающего буржуазное капиталистическое государство и создающего на его месте свое собственное социалистическое государство. В «Происхождении семьи, частной собственности и государства»^{6.137} Энгельс распространил диалектический метод на изучение ранних ступеней человеческой истории. Он понимал важность исследований первобытных обществ, произведенных Морганом и Тэйлором, и раскрыл в экономических факторах частной собственности и разделения труда силы, преобразовавшие общину—в которой все были равны и которая жила по своим неписаным традициям—в цивилизованное государство с богатыми и бедными, с его правом, полицией, религиями и войнами. Наконец, свою «Диалектику природы», которая оставалась неопубликованной до 20-х годов нашего века^{2.16}, Энгельс посвятил объяснению происхождения природы, существовавшей до человека, и ее преобразований, показав, что здесь господствуют те же самые диалектические принципы. Только теперь мы начинаем понимать, насколько могущественен тот метод, который выковали Маркс и Энгельс, и насколько он важен для того, чтобы понять мир природы и мир человека как процесс.

Изменение мира

Если бы Маркс и Энгельс удовлетволялись просто выдвижением своих положений по вопросам политической экономии, истории и философии как академического учения, они, несмотря на свои радикальные выводы, могли бы завоевать себе место в ученом мире; однако вследствие самого характера своего подхода к изучению общества Маркс и Энгельс не могли принять такие ограничения. Маркс не относился к числу создателей философских систем; он не хотел просто созерцать истины науки, а стремился использовать эти истины для преобразования общества. Он полагал, что открытые им законы общественного развития впервые давали возможность для эффективных и сознательно направляемых общественных действий. То, что сделали ученые-естествоиспытатели в отношении преобразования природы благодаря знанию законов природы и использованию природных сил, можно было теперь осуществить и в общественной сфере. В действительности изменения в обществе всегда осуществлялись благодаря действию сознательно направленных человеческих усилий. Действия, основанные на понимании всех сторон данной обстановки, в корне отличаются от действий, определяемых лишь выбором ограниченных и невежественных людей, ибо в последнем случае результаты редко соответствуют первоначальным намерениям^{6.136а}. В самом деле, важнейшие преобразования общества совершались без чьего-либо сознательного желания, так что для объяснения этих преобразований нужно было ссылаться на судьбу, провидение или естественный закон.

Таким образом, в то время как академические социологи и экономисты лишь обсуждали и объясняли механизм действия капиталистической системы, рассматривая ее как единственно справедливую, естественную и свободную экономическую систему, марксисты начали уже действовать, сплывая в значительной степени еще не пробудившийся и неорганизованный рабочий класс, подымая его до осознания той роли, которую он должен сыграть в преобразовании общества и в организации новой плановой экономики, идущей на смену экономике капитализма. Основание I Интернационала и первых социал-демократических партий представляло собой не только неотъемлемую часть дела Маркса и Энгельса; оно явилось и неотъемлемой частью развитой ими общественной теории. Первые марксисты, создавая общественную науку, делали в то же время общественную историю.

Маркс и Энгельс и растущий отряд их боевых последователей постоянно следили за политическими и социальными преобразованиями, происходящими во всех частях мира. Каждое важное событие от Америки до Индии, от Японии до Ирландии подвергалось тщательному изучению, и о них выносилось определенное мнение^{6.159а}. Маркс и Энгельс извлекали уроки из успехов, а также из неудач социалистических и прогрессивных движений. Наиболее знаменитое из этих движений—Парижская Коммуна 1871 года—было начато идеалистически и либерально настроенными патриотами. Коммунисты-марксисты не играли в ней ведущей роли. Однако с самого начала восстания Маркс видел, что твердая поддержка, оказанная рабочим классом Коммуне, и бессмысленная жестокость ее подавления представителями французского капитала превращали эти безуспешные попытки отстоять демократические права в прототип завоевания государственной власти рабочим классом. Маркс хотел, чтобы рабочий класс всего мира стремился превзойти храбростью коммунаров, избегая их слабостей и замешательства с помощью более основательного знания революционной теории^{6.158}.

Трудности и раскол в лагере социализма

Хотя после смерти Маркса (1883) силы социалистического движения и возросли, в нем наблюдалось известное недопонимание событий и не было заметного прогресса в теории. Это в значительной степени объясняется появлением новой фазы капитализма—империализма, которую Маркс лишь начал исследовать

и которая была проанализирована соответствующим образом только Лениным двадцать лет спустя (стр. 582). Между тем марксисты-социалисты должны были не только бороться против капиталистов и контролируемых ими правительств, им также пришлось иметь дело с трудностями внутри самого движения. Сам успех марксистского учения среди активных движений рабочего класса в Европе принес с собой новые трудности при его внедрении. Маркс дал рабочему классу и его союзникам обоснованное убеждение в возможности свержения капитализма. К тому же он сделал набросок той социалистической системы, которая займет его место^{6.159}. Однако для того, чтобы следовать марксистской программе, требовалось развивать понимание, усилия, сдержанность и дисциплину, что было слишком много для тех, кто был согласен лишь с общими целями социализма. Эти люди хотели сокращенного и легкого пути к социализму. Существовали отколовшиеся и соперничающие между собой движения, и много времени и труда ранних марксистов пошло на казавшиеся бесконечными, однако важные споры, которые помогли расширить и углубить понимание развития общества.

Прежде всего это были довольно поверхностные и благонамеренные люди, искренне стремившиеся к улучшениям в обществе,—люди, которые привязали себя к платформе социализма, но совершенно неподготовленные, без политического чутья, необходимого для того, чтобы оформить и направить эффективное социалистическое движение. В частности, они всячески избегали идей классовой борьбы и воображали, будто для достижения социализма необходимо лишь нарисовать достаточно привлекательную картину его. К таким людям относятся в Англии христианские социалисты и последователи Генри Джорджа, а в Германии «истинные» социалисты, подобные г-ну Евгению Дюрингу, в лице которого Энгельс так основательно раскритиковал всю эту компанию^{6.136}.

Анархизм

Более серьезным было отступничество тех, кто в свое время участвовал вместе с марксистскими социалистами в общей борьбе против капитализма, а затем порвал с ними и пошел иным путем. Первое такое отступничество—отступничество анархистов—явилось результатом отхода от социалистического движения вспылчивого и раздражительного русского *émigré* (эмигранта.—*Перев.*)—дворянина Бакунина (1814—1876), который в 1876 году подорвал I Интернационал рабочих. Анархизм обращался к благородным чувствам именно из-за того, что он отрицал необходимость скучной общественной теории, как до, так и после ликвидации ненавистных правительств, из-за своего неистового антиклерикализма, презрения к легальности и романтического революционного духа. Анархизм нашел себе вождей среди эмигрантов, причем его поддерживали рабочие отсталых стран Южной Европы и Америки, где гнет капитализма был особенно жестоким, где крупная промышленность неспособна создать ядро дисциплинированных рабочих, где легальные и мирные средства не годились. При всей своей преданности и при всех своих жертвах анархизм не смягчил и не мог смягчить эти условия. Самое большее, что он мог сделать,—это поддержать боевой дух класса; но он мог сделать и самое худшее—обеспечить основу для разногласий и внутренних ссор и ослабить тем самым все социалистическое движение.

Реформистская социал-демократия

В странах более развитого капитализма, в частности в Германии, Скандинавских странах и Англии, стремились не усилить, а избежать тяжести классовой борьбы, сделав вид, что ее вовсе не существует. Вследствие дополнительных прибылей, которые приносила империалистическая эксплуатация, соблазнительно было поверить, что социализм, даже марксистский социализм, может быть достигнут благодаря эволюционному процессу. Не требовалось никаких других решительных мер, кроме постепенного и незаметного видоизменения

капитализма посредством действий обычных демократических процессов. Эта точка зрения недооценивала силу и стойкость капиталистов, их готовность прибегнуть к незаконным методам подавления, трагическим свидетельством чего могут служить события в Германии в 1918 и 1933 годах. В Германии, где социалистическое движение имело наибольший успех и где в 70-х годах XIX века возникло мощное марксистское социал-демократическое движение, наиболее сильно проявилась тенденция к ревизии марксизма, состоявшая в «научном» доказательстве того, будто марксизм, некогда отвечавший своим целям, теперь устарел. Маркс указал на эту тенденцию в 1875 году в «Критике Готской программы» и осудил ее. Анализ Марксом реформизма, данный в «Циркулярном письме», написанном вместе с Энгельсом в 1879 году, до сих пор имеет важное значение:

«Перед нами представители мелкой буржуазии, которые заявляют, полные страха, что пролетариат, побуждаемый своим революционным положением в обществе, может «зайти слишком далеко». Вместо решительной политической оппозиции—всеобщее посредничество; вместо борьбы против правительства и буржуазии—попытка уговорить их и привлечь на свою сторону; вместо яростного сопротивления гонениям сверху—смирненная покорность и признание, что кара заслужена. Все исторически необходимые конфликты истолковываются как недоразумения, и всякой дискуссии кладется конец декларацией о том, что по существу никаких расхождений между нами нет».

В то же время и предостережение об уделе этих людей—«Это те самые люди, которые под прикрытием суетливой деловитости не только сами ничего не делают, но и пытаются помешать тому, чтобы вообще что-либо происходило кроме болтовни; люди... которые видят реакцию и весьма изумляются, что оказались в тупике, где невозможно ни сопротивление, ни бегство»—оставалось втуне до времен Гитлера. Маркс и Энгельс совершенно ясно определили свою позицию:

«Что касается нас, то, в соответствии со всем нашим прошлым, перед нами только один путь. В течение почти 40 лет мы выдвигали на первый план классовую борьбу как непосредственную движущую силу истории, и особенно классовую борьбу между буржуазией и пролетариатом как могучий рычаг современного социального переворота; поэтому мы никак не можем идти вместе с людьми, которые эту классовую борьбу стремятся вычеркнуть из движения. При основании Интернационала мы отчетливо сформулировали боевой клич: освобождение рабочего класса должно быть делом самого рабочего класса. Мы не можем, следовательно, идти вместе с людьми, которые открыто заявляют, что рабочие слишком необразованны для того, чтобы освободить самих себя, и должны быть освобождены сверху, руками филантропических крупных и мелких буржуа»^{6, 159}.

Несмотря на то, что Марксу и Энгельсу удалось сохранить крепкое ядро убежденных и решительных социалистов, реформистская тенденция постоянно усиливалась теми, кто видел в социалистическом движении верный путь к власти и богатству. В самом деле, капиталистические правительства сами научились покровительствовать такому социализму, который ограничивался бы буквой и который, как можно было рассчитывать, никогда не будет вмешиваться в их интересы, после того как Бисмарк с Лассалем (1825—1864) показали им как это надо делать. Когда какой-либо социалистический вождь заходил слишком далеко и переходил на сторону буржуазных партий, как это случилось с Мильераном во Франции и с Муссолини в Италии, всегда находились другие в такой же мере склонные к компромиссам люди, которые занимали его место.

Английское лейбористское движение

В Англии воцарилась подобная склонность к респектабельности; однако если континентальные социал-демократические партии были номинально марксистскими, будучи в действительности реформистскими партиями, большинство

организаций, составлявших английское лейбористское движение, с самого начала явились открыто реформистскими. Хотя все они и заимствовали свои основные идеи о социализме у Маркса, марксизм, как теория, отвергался всеми лейбористами, за исключением небольшой Социал-демократической федерации. Это соответствовало традиционному противодействию всякой теории, с помощью чего англичане всегда находили простой способ уклониться от основательной критики классовой борьбы. Это также вытекало из того исторического факта, что впервые Маркс начал критиковать капиталистическую систему сразу же после—а частично и в результате—первых выступлений рабочего класса, которые были особенно сильными и явными в голодные сороковые годы чартистского движения. После 1850 года торговая победа Англии как мастерской мира облегчила экономическое положение рабочего класса. В 1880 году такого положения уже не было, однако в течение следующего десятилетия положение в значительной мере выправилось в результате развития империализма, а период экономических трудностей был слишком мал, чтобы влияние социализма дало себя знать. Английский рабочий класс все еще стремился отождествить себя со своей буржуазией способом, невозможным для рабочего класса других стран. Мы видели (стр. 574 и далее), что в Англии роль теоретиков социалистического движения взяли на себя не марксисты, а фабианцы. В 1912 и 1926 годах крупные стачки показали, что основной конфликт рабочего класса с капитализмом не утратил своей силы. Тем не менее лишь в середине XX века, когда в результате двух тяжелых войн Англия утратила свое привилегированное положение в мире, рабочий класс почувствовал опасность реформистского социализма.

Одной из отличительных черт реформизма является отказ от всяких попыток создать теорию социализма, отличающуюся от теорий академической общественной науки. Мысль, что на науку может повлиять воспитание, общественная среда или интересы ученого, с негодованием отвергается. Полагают, что доктрина самодействующей и неощутимой биологической *эволюции* обуславливает ненаучность и ненужность *революции*, поскольку принятие экономической теории предельной полезности якобы устраняет саму эксплуатацию, порождающую, как показал Маркс, ту силу, которая уничтожит капитализм.

Хотя реформистская тенденция и содействовала задержке достижения социализма в передовых капиталистических странах, она сама явилась следствием их движения к империализму (стр. 384 и далее), в котором силы монополистического капитала видели средство преодоления трудностей в нахождении рынков. При этом давление на квалифицированных рабочих, производящих средства производства и вооружения, было слегка ослаблено. В то же время, как мы видели, в Англии основная империалистическая сила—фабианские идеологи надеялись, идя по пути империализма, найти разрешение экономических и социальных трудностей. Поэтому не удивительно, что следующий шаг в развитии марксистской мысли и деятельности был сделан не в каком-либо главном центре империализма, а в стране, где противоречия капитализма проявились себя в более грубой форме.

Подготовка русской революции

Россия в конце XIX века в политическом и экономическом отношении была одновременно и империалистической страной и колонией. Со своей древней культурой и традициями Россия в политическом отношении являлась наиболее отсталым государством в Европе, а царское самодержавие проводило политику захватов Центральной и Восточной Азии, которая была не менее империалистической политикой, чем политика, проводимая Англией в Индии или всеми европейскими державами в Африке. Однако этому империализму не хватало необходимой экономической базы: Россия была отсталой в промышленном отношении страной, и хотя, как показало время, она была способна использовать свои собственные ресурсы, однако при царском правительстве это было невозможно.

Вместо этого Россия стала излюбленной сферой иностранных капиталовложений, с помощью которых иностранные фирмы эксплуатировали ее богатства в своих интересах и увеличивали свои займы царскому правительству на кабальных условиях. Не удивительно, что в создавшейся в результате атмосфере нищеты, взяточничества и подавленности почти все умственные и духовные силы общества противились этому строю, который можно было поддерживать лишь путем жестоких и тупых полицейских репрессий. Однако большинству сторонников этой оппозиции не доставало соответствующей общественной теории, и оно растрчивало свои силы в бесполезных террористических заговорах. Перелом наступил тогда, когда одновременно с ростом промышленного рабочего класса в Россию начали проникать марксистские идеи. Среди воспринявших их с полным пониманием был Плеханов (1856—1918).

Ленин

Наиболее значительным русским марксистом, далеко превзошедшим Плеханова своим умом и способностями, был Владимир Ильич Ульянов (1870—1924), известный потомкам *poп de guerre* (под псевдонимом.—*Перев.*) Ленина. Он пришел в марксизм как ученый и революционер. Именно Ленин, усвоив основные марксистские положения, нашел, каким образом применить их не только к российским условиям, а также к экономическому, политическому и идеологическому положению, сложившемуся во всем мире в конце XIX века, уже во многом отличавшемуся от того, с которым имел дело Маркс. Если бы Ленин не был одним из величайших мировых политических вождей, то его интеллектуальные дарования были бы признаны благодаря его вкладу в политическую экономию и философию. Ленин первый увидел в бурно разросшемся *империализме* своего времени, который поддерживали даже прогрессивные фабианские вожди (стр. 574), симптомы упадка капитализма, неспособного найти достаточно прибыльных внутренних рынков сбыта для своего капиталистического товарного производства. Он также ясно понимал изменения в области идеологии и культуры, сопутствовавшие эпохе империализма. В своей работе «Материализм и эмпириокритицизм» Ленин проанализировал позитивистские тенденции Маха и его последователей в русском социалистическом движении и показал, что при всех своих претензиях на передовое и объективное научное мировоззрение Мах и его последователи идут по дороге, которая может привести только назад, к чистому идеализму Беркли и Платона и, следовательно, к поддержке позиции реакции.

Партия нового типа

Однако для Ленина центральной проблемой была проблема политическая. Каким образом будет осуществлена революция, которая, как соглашались все русские прогрессивные силы, была необходима, и что должно последовать за ней? Ленин развил марксистскую идею о важности, даже в отсталой России, промышленного пролетариата как революционной силы. Он сделал отсюда практический вывод о необходимости *партии*, проникнутой марксистским пониманием задач, стоящих перед ней, и посвятившей себя делу завоевания народом полной победы социализма. Такой партией была сначала социал-демократическая (большевистская), впоследствии—коммунистическая партия. Она выдержала первое испытание в революции 1905 года. Эта революция была прежде всего буржуазной революцией, однако для того, чтобы поколебать царское правительство, буржуазия объединилась с рабочими ради общего дела. Эта революция потерпела поражение потому, что буржуазия предпочла пойти на сделку с царизмом, вместо того чтобы продолжать революцию дальше^{6.152}. Ленин показал свое подлинное величие после поражения революции, которое не подорвало его уверенности в конечную победу революции и из которого он извлек много ценных уроков, в частности вывод о необходимости изолировать буржуазию, организовав союз рабочих и крестьян. Поворотный пункт наступил

тогда, когда он смог довести вторую революцию, которая на своих первых ступенях была также буржуазной революцией, вызванной военным поражением царизма, до эффективного и прочного захвата власти рабочими.

Несмотря на все усилия внутренних и внешних врагов, Ленин смог впервые в истории создать новый тип государства, управляемого народом и руководимого рабочими и крестьянами. Как теоретик и как творец нового общества, Ленин занимает исключительное место в человеческой истории. Ввиду того что он сумел воспользоваться критерием практики, Ленин смог проверить и исправить свои первоначальные взгляды. Ленин продолжал политические исследования даже в разгар борьбы в первые дни существования Советского государства. В работе «Государство и революция», опубликованной накануне переворота, Ленин проанализировал различие между буржуазным государством, как исполнительным органом финансового капитала, которому народ в лучшем случае мог, поддавшись уговорам, дать свою пассивную санкцию благодаря тщательно разработанным формам и функциям парламентарной демократии, и новым социалистическим государством, которое должно черпать свою силу в активном участии всего народа в управлении тысячами различных организаций, фабрик, городов и сел. Эта новая форма демократии порывает прежде всего со всей государственной и экономической машиной прежних правительств, привязанных, поскольку это было неизбежно, к интересам капитала. Однако место этой старой государственной машины должно занять новое государство, обладающее значительно возросшей властью, планомерно руководящее экономическими функциями производства и распределения. Пока это государство ведет борьбу за свое существование во враждебном капиталистическом мире, оно должно создать и укреплять даже военные и дипломатические функции управления.

Ленин также очень ясно понимал место русской революции по отношению к мировому социалистическому движению. Он видел, что в Германии, где после ее поражения в первой мировой войне были наиболее благоприятные условия для революции, приверженность к капитализму большинства социал-демократических вождей, несомненно, должна предать страну силам реакции. Ленин понимал, что после того как военной интервенции не удалось сломить новую республику, последует длительный период сосуществования, в течение которого будет необходимо строить свои отношения с капиталистами на строго деловой основе и в то же время рассчитывать на дружбу народов капиталистических стран в деле предотвращения дальнейших нападений.

Ленин знал, что это будет нелегкой задачей. Потоки истеричной брани против нового режима, исторгаемые продажной прессой капиталистического мира, не прекращались ни на минуту, а ее воздействие усиливалось вследствие деятельности некоторых «друзей» революции за границей, деятельности, которая была иногда просто глупо восторженной, а иногда сознательно провокационной и подрывной. В своей работе «Детская болезнь левизны в коммунизме» Ленин проанализировал и разоблачил эти тенденции, он показал абсолютную необходимость в солидной общественной теории для того, чтобы избежать, с одной стороны, свехосторожности, а с другой—поспешности, проистекающих, если они вызваны честными намерениями, от недопонимания как общественных сил, так и движения, порожденного этими силами. Его предостережения полностью подтвердились политическими событиями внутри и вне Советского Союза на протяжении последующих тридцати лет. Произведения Ленина до сих пор являются основным источником новой общественной науки настоящего и будущего.

Рассматривая деятельность Ленина, мы неизбежно переступаем границы, установленные для этой главы, которая должна была закончиться успехом русской революции 1917 года. Однако это не столь важно, так как разделение между этой и следующей главой проведено в значительной мере ради удобства изложения и сохранения общего плана остальной части книги. Поэтому было бы неуместным дать в заключение этой главы какую-либо общую оценку истории развития общественных наук. Такая оценка будет дана в конце следующей главы.

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ ПОСЛЕ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

ВВЕДЕНИЕ

Война 1914 года разрушила надежды на перманентную мирную эволюцию капитализма. Она вскрыла наличие настолько сильного соперничества между державами—плода империализма,—что оно могло быть разрешено только насилием (стр. 385 и далее). Если развязывание войны означало конец периода мирной эволюции капитализма, то революция 1917 года в России означала начало новой эпохи. Социализм, представлявший собой учение и принцип, объединяющий всех сопротивляющихся экономической несправедливости, теперь испытывался действительной практикой. Одна из мировых держав стала социалистическим государством, базирующимся на марксистских принципах. С тех пор марксизм из неофициальной и стоящей вне закона философии стал творческой основой мышления 150 млн. человек, а в наше время—творческой основой мышления около 900 млн. человек, или более трети населения мира.

Начиная с 1917 года бок о бок существуют две функционирующие системы общества, соответствующие двум системам мысли,—капиталистическая и социалистическая. В капиталистическом мире общественная наука должна была принаравливаться к условиям увеличивающейся неустойчивости и несправедливости. В социалистическом мире в течение того же периода огромные задачи—сначала борьбы лишь за существование, а затем строительства материальных основ нового типа общественной жизни—ставили перед общественной наукой непрерывный ряд новых проблем.

В этой главе мы сначала рассмотрим (введение) политические и экономические события, оказавшие влияние на развитие общественной мысли в XX веке. Она охватывает тот же период, что и введение к части VI, однако с иной точки зрения. Этот период будет изложен не столько в связи с техническими и экономическими событиями, сколько в связи с событиями, непосредственно затрагивающими настроения и образ мысли людей. Затем мы перейдем к общему рассмотрению (13.1) характера общественной мысли в данный период как в капиталистической, так и в социалистической части мира. В разделах 13.2—13.5 дается подробный анализ различных сторон буржуазной общественной науки; раздел 13.2 посвящен политической экономии; 13.3—применению общественной науки к статистике, при социальных исследованиях и к исследованиям емкости рынка; 13.4—просвещению и раздел 13.5—более чистым идеологическим аспектам психологии, философии и теологии. Далее мы переходим к соответствующему обзору (13.6—13.8) научных событий в социалистических странах, начиная с описания условий, при которых они происходили. В разделе 13.7 содержится характеристика положения общественных наук в Советском Союзе и вместе с тем в некоторых случаях указывается, каким образом эти отрасли знаний влияли на экономику, науку и культуру Советского Союза. Раздел 13.8 посвящен самым недавним событиям в европейских странах народной демократии, в Китайской Народной Республике и в Индии, а также в других странах Азии. Наконец, в разделе 13.9 делаются некоторые замечания о возможном в будущем развитии общественных наук.

Общественные преобразования в XX веке

Никогда прежде за всю историю человечество не переживало в такое короткое время столь глубоких преобразований, как в период после 1914 года.

Экономическая неустойчивость, острая внутренняя политическая борьба, войны и подготовки к новым войнам—все эти события безостановочно следовали друг за другом,—и все это на протяжении жизни одного поколения. Создавшееся неустойчивое положение неизбежно воздействовало на мысли и настроения мужчин и женщин, пусть даже для некоторых это означало сознательный уход с политической, общественной арены.

Капиталистический мир в течение этого периода неупорядоченного роста и разрушения имел лишь одну главную цель, один желанный выход—погоню за прибылью или просто стремился выжить. Поэтому не удивительно, что в капиталистическом обществе должна была существовать большая путаница разнообразных рекомендаций, нашедшая свое интеллектуальное выражение в разное теорий общественной науки. В психологии, в политической экономии, в философии существует множество соперничающих друг с другом и отчасти эфемерных школ, большинство из которых не имело никакого чувства надежды, никакой цели и даже никаких интеллектуальных убеждений. Лишь тот, кто стремился исследовать и подвергнуть критике строй, при котором он жил, в целом и мог следовать традиции борьбы против этого строя, мог найти в своем понимании действительности основу для надежды.

В социалистическом мире неотложные вопросы, сначала просто существования, а затем строительства и культурного творчества, вызывали необходимость прочного единства целей и убеждений, способных вдохновить весь народ на выполнение почти сверхчеловеческих задач. Осуществить и защитить это единство было нелегко. Народы Советского Союза, живя в течение десятилетий в условиях войны или угрозы войны, должны были выковать свои общественные теории, исходя из своего опыта, на основе наследия Маркса и Энгельса.

Мы уже рассматривали выше (стр. 383 и далее) характер и происхождение экономических и политических преобразований XX века. Здесь необходимо лишь напомнить ряд событий, которые очень хорошо известны большинству читателей, и кое-что сказать об их воздействии на определяющую атмосферу общественной мысли.

Общий характер XX века определяется первой и второй мировыми войнами и кризисом 30-х годов, олицетворяющим период между этими войнами. Начиная с революции 1905 года в каждом десятилетии можно выделить годы общественного прогресса и роста освободительного движения: 1912 год отмечен широким забастовочным движением и возрождением социализма; 1920—послевоенной реконструкцией, 1936—триумфом «*Front Populaire*» («народного фронта». — *Перев.*); 1946—эпохой освобождения и «всемирного» («*open-world*») сотрудничества; 1953—«оттепелью» в холодной войне. Между этими годами наступала реакция и начинались бедствия в результате неспособности капиталистического строя преодолеть трудности, присущие его экономике, иным путем, кроме войны или широкого распространения нищеты.

После каждого крупного бедствия, во время которого раскрывались гнилость и непригодность старых форм общественного устройства, возникало движение многообещающего народного возмущения, несущее с собой новый натиск прогрессивных идей. Эти движения, в большинстве случаев не способные пробиться через сложную и глубокую оборону капиталистического строя, увядали, приходя в беспорядок и терпя поражение, и уступали место периодам реакции и репрессий. Однако, поскольку никакие усилия реакции не могут стабилизировать систему, которая несет в себе зародыш своей собственной гибели, эти периоды в свою очередь вели к новым бедствиям. Такое сокращенное и схематическое изложение по необходимости является чрезмерно упрощенным, но оно необходимо, чтобы пояснить развитие общественной мысли в течение этого периода.

Было бы неправильным усматривать в этих чередованиях какую-либо циклическую тенденцию истории к бесконечному повторению самой себя. Каждая фаза имеет свои собственные отличительные черты, и в своей последо-

вательности эти фазы характеризуют постоянство игнорируемой тенденции: сужение власти капитализма и его неспособность найти для себя сколько-нибудь прочную основу. Последствия экономического кризиса 30-х годов неизбежно отличались по своему характеру от последствий обеих мировых войн. За исключением Испании, прогрессивное движение везде было расколото и подавлено без открытой борьбы. Нацистское движение само явилось использованием крупными промышленниками народного возмущения против режима безработицы и нищеты, который породили сами промышленники. И действительно, перед второй мировой войной народные силы держались в подчинении благодаря тому, что нелегальность была поставлена на службу реакции.

Вторая мировая война в свою очередь показала, что рост народно-демократических настроений в 30-х годах был не сломлен, а лишь только сдержан, так как эти настроения прорываются с растущей решимостью и мощью в годы эпохи освобождения. Впервые мужчины и женщины всех стран мира как на территориях, подвергшихся оккупации германских фашистов и их союзников, так и на других территориях оказались вовлеченными в одно общее дело с одной общей целью. В течение войны и короткого периода после нее, казалось, существовала надежда на создание мирного и живущего в содружестве мира, где страны с капиталистическими и коммунистическими правительствами и даже с такими смешанными правительствами, какие были во Франции и Италии, могли бы сотрудничать друг с другом.

Привилегированные классы в Америке и Европе скоро уничтожили эту надежду. Используя любые интересы и предрассудки в своих странах и всякую ошибку в лагере социализма, они забылись о том, чтобы заменить дружбу подозрением и ненавистью. Они разожгли холодную войну с ее трагическими последствиями в Греции, Малайе, Индо-Китае и Корее. Однако сокрушить социализм с помощью какой-либо демонстрации силы—за исключением атомной войны, встретить которую они отнюдь не были готовы,—оказалось невозможным. Тем временем вызванное «холодной войной» напряжение в капиталистических странах, активизация народов бывших колониальных стран и всеобщее требование мира и разоружения ликвидировали, хотя бы только частично, раскол мира. Угрозы уступили место переговорам, и сейчас мы можем надеяться, что вступили в период мирного соревнования между двумя системами. Этот период может, в свою очередь, перейти в период взаимного сотрудничества, ибо под влиянием народа своих стран обе системы эволюционируют и начинают лучше понимать друг друга.

Влияние исторических событий на общественную науку при капитализме

Борьба в экономической, политической и военной областях не могла не оказать влияния на общественную науку, даже на академическую. Тем не менее вследствие классового характера самой этой борьбы, вследствие социального положения и воспитания интеллигенции в капиталистических странах это влияние более часто и не менее сильно клонилось «вправо». С того момента, как марксизм восторжествовал в одной стране и стал, таким образом, примером, а также опасностью для капиталистических стран, все силы реакции были обращены против него. Хотя интеллигенция начала XX столетия сформировалась на традициях либерализма, она увидела трудности сопротивления объединенным нападкам политиков, прессы и патронов. Она разрывалась вследствие двусторонней лояльности между идеями и практикой, между защитой угнетенных и прилежным гражданством. Именно это, а не какой-нибудь первородный грех является источником Angst* и чувства вины, причиняющих страдание тем интеллигентам, которые не могут сохранить свою веру в народ.

* Чувство страха, тревоги. Термин современного экзистенциализма и психоанализа, согласно которым это состояние постоянно присуще человеку.—Прим. ред.

В периоды освобождения волна народных настроений несколько радикализовала почти всю интеллигенцию, как это было в период реконструкции после первой мировой войны или в период проведения «нового курса» в Америке. Однако, как только народные силы стали испытывать трудности и реакция взяла руководство в свои руки, большинство интеллигентов стало впадать в разочарованность и пессимизм. Стремясь избежать обвинения в том, что они были попутчиками, некоторые интеллигенты старательно извращали идею прогресса и даже сомневались в его возможности. Многие были вынуждены обратиться к утешительным самоочевидным фактам прошлого и, будучи неспособными изменить действительный мир или предотвратить его нежелательное изменение, предпочли удалиться в частную жизнь. Эта реакция интеллигенции, самопроизвольная или благоразумно опекаемая в Англии, в Соединенных Штатах проводится с помощью всевозможных осведомителей, законов и клеветнических кампаний.

Крах либерализма

В этих условиях неудивительно, что общей особенностью официальной общественной мысли при капитализме в XX веке является ее робость, гораздо более заметная, чем даже ее робость в последней четверти XIX века. Она достаточно хорошо послужила, чтобы расстроить веру и отбить всякую охоту к действиям, но она потеряла всякую способность вдохновлять людей. Нельзя сказать, что к вдохновению относились с пренебрежением. В проповедях и речах постоянно говорилось о необходимости вдохновения для свободного (капиталистического) мира, дабы уравновесить вдохновение коммунистов, которые при всех их заблуждениях, повидимому, имеют некую веру, благодаря чему и живут. Однако это вдохновение все еще не найдено. Тон официально санкционированного мнения остается в основном апологетичным и оборонительным.

Здесь мы имеем дело с очевидным парадоксом данного периода, по существу периода народного движения и освобождения, когда общественные теории являются статичными или реакционными. Старая либеральная картина мира XIX века в XX веке была разрушена самим опытом, доказавшим ее бесполезность в действии, хотя в одних странах она жила дольше, чем в других. Вместо нее в разных странах в зависимости от различных условий выросло множество других воззрений, от социал-демократических до фашистских. Некоторые события, последовавшие за первой мировой войной и русской революцией, рассматриваются в следующих параграфах.

События в Америке

В крупной «имущей» стране, в Соединенных Штатах, «возвращение к обычному состоянию» было господствующей идеей после горького опыта до некоторой степени отдаленной войны 1917—1918 годов. Вера в конкуренцию и ценность грубого индивидуализма успешно прикрывала ничем не ограниченный рост крупных корпораций, по крайней мере до тех пор, пока кризис 1929—1932 годов не потребовал проведения «нового курса». Очевидный провал капитализма в деле поддержания своего хваленого процветания, что не могло быть отнесено за счет каких-либо внешних причин, и необходимость принятия немедленных мер для разрешения проблемы массовой безработицы благоприятствовали росту прогрессивной мысли и некоторым прогрессивным мероприятиям, как, например, промышленному тред-юнионизму Администрации долины реки Теннесси (стр. 516). Однако мысль времен «нового курса» была слишком занята недолго действующими средствами, чтобы отыскивать определяющие причины в экономике. Либеральная власть капитала сохранилась и была смягчена лишь путем спасения жертв, наиболее пострадавших от деловой неустойчивости. Приверженцы «нового курса», включая их великого вождя Франклина Делано Рузвельта, избегали сколько-нибудь серьезного анализа экономического положения.

который означал бы критику основ капитализма. Им не удалось выдвинуть какой-либо существенной программы, которая могла бы сплотить вокруг них народ, чтобы поддержать и расширить начатое ими либеральное движение. Таким образом, приверженцы «нового курса» не могли бороться против возврата полнокровных буржуазных идей и практики, когда состояние рынка улучшилось. За исключением короткого промежутка в период второй мировой войны, да и то частично, Соединенные Штаты все в большей мере переходили в руки реакционеров и обскурантов, которые обладают многими особенностями, свойственными фашизму, но, тем не менее, гораздо лучше прикрываются лицемерием, чем Гитлер с подвластным ему нацистским движением.

Реакция в «неимущих» странах

Подсбные движения в «неимущих» странах начались раньше, потому что здесь—в Италии после кризиса 1921 года, в Германии после кризиса 30-х годов—народные настроения сделали невозможным дальнейшее властвование капитализма с помощью демократических средств. Единственно, что могли противопоставить этому крупные капиталисты и за что они жадно ухватились, был захват власти их надежными сторонниками. Этот захват власти был осуществлен или благодаря официальному потворству насилию (в Италии, например), или путем использования конституционных форм (в Германии) бандами недовольных, воспользовавшихся массовой нищетой и крушением надежд низших слоев средней буржуазии и снабженных на средства директоров крупных трестов. Это—важный сдвиг только в отрицательном смысле, ибо он означает открытый отказ от либеральных форм, с помощью которых более преуспевающий капитализм прошлого прикрывал свое господство.

Идеология фашизма и нацизма представляла собой немногим большее, чем соединение расовой ненависти с прославлением войн, игравшим на каждом древнем предрассудке и предьявлявшим минимум требований к мысли^{6.12 8a}. Несмотря на то, что действующие силы нацизма и фашизма в течение последней войны были повсюду, за исключением Испании, разгромлены, фашистские идеи сохранили сильное влияние и распространились далеко за пределы Германии и Италии. В той или иной форме эти идеи и до сих пор остаются последним прибежищем приверженцев капитализма, единственным средством, при помощи которого эти приверженцы капитализма могут надеяться отклонить, пусть лишь на время, вызов социализма.

Социал-демократия и труд

Только в частично преуспевающих странах, особенно в Англии, все еще являющейся крупнейшей империалистической державой, и в меньшей степени в Бельгии, Голландии и скандинавских странах, оказалось возможным смягчить действие экономического бедствия (по крайней мере, для средней буржуазии и квалифицированных рабочих) путем использования прибылей, извлекаемых, прямо или косвенно, из колониальной эксплуатации, и тем самым допустить развитие либерализма в разновидность социализма, значительно более умеренную, чем разновидность социализма, предложенная Фабианским обществом (стр. 574). Силой, подталкивающей это развитие, была боевитость рабочего класса. Она проявилась уже в период волнений, непосредственно предшествовавший первой мировой войне, а позднее была поддержана примером русской революции. Потребовались совместные усилия, с одной стороны, самых крайних реакционеров и, с другой—сдерживающей руки социал-демократических вождей, чтобы держать в повиновении рабочий класс в беспокойные дни после первой мировой войны.

В Англии, где рабочий класс был наиболее крепко организован в тред-юнионы, стремление прийти к обществу, где каждый будет получать справедливую долю продукта, сохранялось дольше, чем где-либо. Оно было ослаблено,

но не остановлено предательством всеобщей забастовки 1926 года и пережило крах четырех лейбористских правительств. Тем не менее опыт последних сорока лет в Англии и в гораздо большей степени—Франции, которая в этом отношении была скорее в положении «неимущей» страны, привел к постепенной утрате веры в возможность либерального прогресса, то есть любого общественного прогресса, совместимого с сохранением капиталистической экономики. В самом деле, многим людям, принадлежавшим к средней буржуазии, казалось, что нечего больше надеяться на лучшее будущее. Самое большее, на что они могли надеяться,—сохранить еще на некоторое время вполне сносные условия существования. Поскольку они отождествляли это с сохранением капитализма, постольку ход событий вынуждал их становиться консерваторами.

Стремления и восстания колоний

Остается рассмотреть развитие общественных идей у трех четвертей населения мира—сотен миллионов людей Азии, Африки и Латинской Америки,—которые на протяжении большей части этого периода жили в условиях колониального или полуколониального режима. Эти народы впервые в современной истории начинают делать важный вклад в мировую культуру и политику. Повсюду они восставали или были накануне восстания. Вначале восстания легко подавлялись, но впоследствии одна страна за другой—Индия, Бирма, Индонезия, Индо-Китай, Египет, Северная Африка—получили известную степень национальной независимости. Естественно, что вначале среди колониальных народов и народов Китая, который хотя и никогда не был колонией, но на протяжении столетий находился во власти иностранных империалистических держав, преобладали либеральные и националистические идеи XIX века. Движение за независимость на первых порах ограничивалось средней буржуазией. Однако с течением времени и особенно в период второй мировой войны и после нее в это движение все более вовлекается весь народ, как крестьяне, так и рабочие, а требования экономического планирования и внутренней социальной справедливости становятся все более настойчивыми.

В этих отсталых странах, а не в разочарованном и клонящемся к упадку капиталистическом мире имеется живая надежда на лучшие времена, хотя бы уже потому, что для большинства народа ничего не может быть хуже настоящего их положения. Здесь также наиболее остро чувствуется пример советского народа, особенно пример народов советских азиатских республик, а в совсем недавнее время—и пример китайского народа. Ибо многие из этих народов, жившие раньше при таком же или при еще более низком материальном уровне, нежели народы колониальных стран, своими собственными силами создали передовую промышленную цивилизацию, сохранив свою национальную культуру.

С другой стороны, особенно со времени второй мировой войны, колониальный гнет стал более жестоким, так как область колониальной эксплуатации сократилась, а право на угнетение колониальных народов уверенно и действительно оспаривается. В Индо-Китае европейская держава в течение восьми лет вела разорительную и безуспешную колониальную войну, которую правительство США упорно стремилось превратить в новую мировую войну. В Малайе, Кении и в Алжире, несмотря на все древние и современные способы подавления: массовые выселения, концентрационные лагеря, преданную жестокость, осведомителей, парашютистов, вертолеты и бактериологические распылители,—вооруженным силам так и не удалось потушить искры восстаний. В Южной Африке расовый гнет, выражающийся в еще более зверских формах, чем раньше, стал ослабевать перед лицом экономического и морального сопротивления, которое впервые объединяет бесправных азиатов и африканцев. В Латинской Америке режимы, установленные и поддерживаемые долларовой дипломатией, являются наиболее неустойчивыми, а подавлять требования действительной экономической и политической независимости

становится все труднее и труднее, хотя для этого, как показывает пример Гватемалы, не брезгают никакими средствами.

Не может быть сомнения, что огромный подъем угнетенных и презираемых народов мира идет полным ходом. Китай после тридцати лет борьбы уже создал, наконец, наиболее сильное новое государство, свободное от империалистического контроля (стр. 641). Так как успехи движения за независимость колоний множатся, то можно ожидать, что ими будет сделан выдающийся новый вклад в общественные науки. Такая коррективна крайне необходима, ибо общественные науки в течение многих столетий насыщались умонастроениями рабовладельческих рас господ.

13.1. ОБЩИЙ ХАРАКТЕР ОБЩЕСТВЕННОЙ МЫСЛИ В XX ВЕКЕ

Несмотря на разнообразие влиятельных факторов в различных странах и на разных фазах экономического и политического развития после 1917 года, весь этот период имеет известные общие черты. Повсюду и в течение всего этого времени идет все более открытая борьба мятежных низших классов и угнетенных национальностей с господствующим классом крупных промышленных капиталистических стран. Везде победа самого народа, ликвидирующая господство богатых, сначала в России, затем в Китае и других странах, остается неопровержимым историческим фактом, вселяющим народам остальной части мира надежды и растущую уверенность.

Однако если мы обратимся от народных настроений ко взглядам, выражаемым интеллигенцией, и в особенности—взглядам ученых капиталистического мира, специализировавшихся в области общественных наук, то картина будет не так уж проста. Эти люди в течение всего данного периода и особенно во время «холодной войны» жили в условиях значительного прямого или косвенного давления, которое должно было отвергать всякое описание народного освободительного движения, противиться любым шагам, могущим привести к коммунизму, и организовать защиту капитализма под более привлекательной маской «свободного мира», «демократии» или «западной христианской цивилизации». Их не обязывали верить в эти фетиши, однако почти все окружавшее этих ученых—книги, кинофильмы, радиопередачи—понуждало их идти в этом направлении, и если они могли заставить себя принять эти ходячие ценности, то это было для них наиболее удобно в духовном и материальном отношении.

Любой интеллигент, естественно, хочет заниматься избранной им работой, свободно публиковать ее результаты и заслужить некоторую награду за свой труд. Наконец, или прежде всего, он должен иметь средства к жизни. Постоянная надежная работа, контракты с радио, хороший авторский гонорар, приятные путешествия за границу—все это представляет собой если не абсолютные предметы первой необходимости, то необходимые атрибуты приличной жизни. Если кто—разумеется, вследствие воспитания и образования—придерживается такого мнения, которое позволяет легко получать все это, то тем лучше; но даже если он и не придерживается такого мнения, то все это весьма соблазнительно. Выступить против правительства или крупного капитала, которые держат в своих руках все источники и средства рекламы,—значит расстаться со всякой надеждой, пусть даже не во всех странах существуют позитивные санкции в форме обливания грязью (smeags) и слушания дел в комиссиях, которые в Соединенных Штатах эффективно кладут конец карьере каждого, кто сошел с пути лояльного американизма.

Понимание этой дилеммы представляет собой мучительный выбор, который немногие решаются сделать, ибо сознательно выбирать покой и почести ценою честности—невыносимо; это отравило бы всякое удовольствие. Гораздо лучше совсем уклониться от выбора и убедить себя—а это не очень трудно,—что легкий путь является также и правильным путем. Чтобы встать на этот путь с чистой совестью, необходимо лишь использовать все, что можно найти—

а оно предлагается в огромном количестве,—для дискредитации коммунизма и всего того, что могло бы привести к нему. Тогда пороки существующей системы можно будет не только допустить, но и принять, так как противное намного хуже. Несмотря на то, что XX век является в основном веком народного прогресса, именно поэтому атмосфера общественной мысли в интеллигентских кругах «свободного» мира все более и более тяготеет к обскурантизму и реакции.

Иллюзии, лицемерие, жестокость, отчаяние

Эта общественная мысль колебалась между двумя крайностями: иллюзиями и лицемерием, с одной стороны, *жестокостью* и *отчаянием*—с другой. С наступлением XX века невозможно было поддерживать даже весьма ограниченную степень последовательности, которая была достигнута либерализмом периода свободного предпринимательства XIX века. Это банкротство определялось глубоким противоречием. Сохранение на неопределенное время капиталистического строя надо было либо оправдывать на рациональной и этической основе в соответствии с либеральной традицией, в которой она сформировалась, либо поддерживать силой, используя мифические или религиозные санкции, отрицавшие на деле те самые ценности, которые вызвали деятельность капитализма. Всякий раз, когда условия становились действительно тяжелыми, было трудно оправдывать капитализм перед лицом его очевидного банкротства и знания того, что социализм представляет собой альтернативу капитализма. Здесь необходимо было прибегать к силе и обману, но тем самым подрывалась всякая моральная основа капитализма. Применение неприкрытой грубой и циничной силы явилось фашистским разрешением этого вопроса. Последовавший в конечном итоге крах фашизма показал, что благовидный обман обеспечивает капитализму гораздо лучшую защиту, в частности, потому, что он может использовать всю новую машину широко распространенной прессы, кино, радиовещания и телевидения, всегда прочно связанную с крупным капиталом или его представителями.

Царство иллюзий

Механизм демократии при капитализме превосходно служит поддержанию господства почти наследственного меньшинства либо джентльменским способом на английский манер, либо более откровенно бесчестными и надувательскими способами американской или французской политики. «Демократия,—как определяет ее в своей книге «Английская Конституция» Баджегот,—есть способ дать народу величайшую иллюзию власти, предоставляя ему в действительности наименьшую толику власти»^{6.125}.

В Соединенных Штатах сочетание высокой заработной платы и старательно поддерживаемой политической отсталости рабочих с продажной и не допускающей никаких улучшений избирательной системой давало возможность для процветания в течение многих лет иллюзорной разновидности философии либерализма и свободного предпринимательства. Даже здесь эту философию надо было подкрепить антикоммунистической кампанией по проверке лояльности, имевшей своей целью заклеить любое противодействие неограниченному господству капитализма как государственную измену.

«Благотворительное государство»*

Однако впервые в современном мире образовавшийся в Англии рабочий класс был лучше политически подготовлен и уже к 30-м годам потерял большинство преимуществ, которые он имел благодаря тому, что Англия была

* Под выражением «благотворительное государство» («Welfare State») предполагается прежде всего государственное улучшение материального положения рабочих в отличие от улучшения, проводимого отдельными рабочими или тред-юнионистскими организациями (Welfare work).—Прим. ред.

мастерской мира. Рабочих нельзя было больше удерживать в повиновении иллюзиями либерализма, однако их устремления были на время удовлетворены идеалом эволюционного социализма, или «благотворительного государства», которое должно было оказаться в эпоху «холодной войны» такой же, хотя и более искусной, иллюзией. Массы народа могли продолжать верить, что они находятся на пути к новому миру спокойствия и социальной справедливости, тогда как высокопоставленные люди, наделенные властью и влиянием, устраивали все это таким образом, чтобы ничего не изменилось и они могли оправдывать отсутствие прогресса, указывая на необходимость консолидации и осторожности, дабы не подвергнуть опасности уже завоеванное. Идеология реформистской социал-демократии, особенно в ее английской «лейбористской» форме смещения фабианства с правым тред-юнионизмом (стр. 581), не требовала ни при каких обстоятельствах глубокой критики капиталистического строя и настойчиво отвергала идею любых коренных изменений, которые можно было бы назвать революционными. Было более удобно верить или, по крайней мере, притворяться, будто веришь, что «благотворительное государство» уже создано или что такое государство, если оно еще не вполне создано, будет создано в свое время, если «менее привилегированные» будут терпеливы и сдержанны.

Идея «благотворительного государства», где все обеспечиваются основными предметами первой необходимости, где заботятся о здоровье людей и существует полная возможность для получения образования, представляла собой устремления поколений рабочих. Именно для построения такого государства они избрали лейбористское правительство в 1945 году. За эту цель стоило бороться, о чем ярко свидетельствует та настойчивость, с которой реакционеры нападали на этот идеал. Однако действительность оказалась совершенно не похожей на этот идеал. Что касается Англии, то человеколюбивое государство, оберегающее всех своих сыновей и дочерей и оказывающее им поддержку от колыбели до могилы, является мифом. Общая сумма расходов на социальное обеспечение, предусмотренная государственными фондами, составляет 10 процентов от национального дохода, то есть около 25 ф. ст. в год на человека,—лишь $\frac{3}{4}$ расходов на вооружение. За получаемые пособия рабочие сами платят налог дополнительно в размере 10 ф. ст. в год, а остальная сумма денег в значительной степени возмещается ими в форме косвенных налогов. Качество социального обеспечения, переполненные школы, отсутствие центров здравоохранения, скудные пособия пенсионерам—это то, что можно было бы ожидать от запутавшейся в трудностях благотворительной организации, а не от суверенного народа, справедливо распределяющего свое богатство среди всех граждан.

С производственной стороны социализм «благотворительного государства» был выхолощен до неузнаваемости. Национализированные отрасли промышленности к тому времени обанкротились. Они работали таким образом, чтобы обеспечить сырьем и оборудованием по самым дешевым расценкам в качестве эффективных субсидий прибыльные отрасли промышленности, прочно остающиеся в руках частных владельцев^{6.155a}. Руководство национализированной промышленностью, несмотря на все прошлые дискуссии о рабочем контроле, до сих пор прочно находится в руках старого управляющего класса. Неудивительно, что за шесть лет энтузиазм, с которым приветствовали «благотворительное государство», почти совершенно иссяк, позволив возвратиться к власти консервативному правительству. Это правительство удержалось у власти и даже было переизбрано не столько в силу поддержки им «благотворительного государства», сколько потому, что оно выступало *за полную занятость*. Иллюзия полной занятости представляет собой более тонкую иллюзию. Нет сомнения в том, что такая полная занятость действительно существовала на протяжении большей части тех одиннадцати лет, которые прошли со времени окончания войны. Предполагается, что она явилась плодом применения кейнсианской теории политической экономии (стр. 598) в целях устранения возможности повторения кризисов (заслугу в этом достижении хотят приписать себе как

лейбористская, так и консервативная партия), но весьма возможно, что она была обусловлена сочетанием внешних экономических обстоятельств, которые в настоящий период «чрезмерности», повидимому, начинают проявлять признаки близкого конца. Вместе с ней может исчезнуть и другая иллюзия—иллюзия стабильности капитализма. Во всяком случае, преимущества полной занятости были не тем, чем они казались. Согласно формуле Кейнса, они так хорошо компенсировались неоднократным повышением цен, что значительная часть промышленных рабочих могла сводить концы с концами только благодаря систематическим сверхурочным работам, отказавшись от всех выгод борьбы за сокращение рабочего дня.

Иллюзия заключается, однако, не в возможности существования «благотворительного государства» или полной занятости, но в вере в то, что они могут быть завоеваны при наличии капиталистического сопротивления без гораздо более энергичной борьбы, чем та, которую до сих пор вела за него лейбористская партия. Ибо, несмотря на недостатки всего завоеванного, идеал «благотворительного государства» и ощущение власти, которое получает от него народ, в конечном счете представляют собой непреодолимую политическую силу. Стоит народу стать просвещенным благодаря своей собственной борьбе—и он увидит, что необходимо сделать, чтобы суметь превратить иллюзию в действительность. Экономическая демократия требует, чтобы выборное правительство руководило всеми основными отраслями промышленности и служебными учреждениями и чтобы было решительно покончено с привилегированным положением современных богатых классов. Только тогда будет возможно использование всех материальных и людских богатств страны в интересах народа.

Лицемерие

Трудно провести грань между искренне поддерживаемыми иллюзиями,—которые служат примирению народа с капитализмом, давая ему понять, что капитализм можно улучшить или что он уже, вне всякого сомнения, улучшен, как это можно было бы заключить из официальных изданий лейбористской партии,—и явным лицемерием, имеющим своей задачей скрыть за высокочкопарными фразами пороки капитализма. Один из наиболее эффективных способов отвлечения внимания людей от данных лишений и тревог состоит в том, чтобы представить их как наименьшее зло по сравнению с противоположным режимом, при котором все было бы гораздо хуже. Такому отвлечению внимания в течение многих лет служил антикоммунизм, однако он никогда не служил этому так эффективно, как в первые годы «холодной войны».

В период между 1917 и 1947 годами шаблонная фразеология, используемая в каждом органе печати для нападок на коммунизм или для оправдания капитализма, изменилась совершенно. Сначала благонамеренных людей убеждали защитить себя от красной революции, анархии и насилия во имя защиты собственности, порядка и традиций; теперь те же самые газеты требуют сокрушения тоталитаризма, полицейского государства и красного империализма во имя защиты свободы и свободных институтов. Как дань порока добродетели, такое лицемерное превращение свидетельствует о громадном росте сил народа и об отказе от старых реакционных позиций. Люди, которые никогда не боролись с нацистами, но часто им помогали, поступали наиболее умно, воспользовавшись презрением и ненавистью, которые им приходилось сдерживать. Грехи нацистов были целиком приписаны правительству и народу, которые были единственно непоколебимыми и действенными противниками нацистов.

Даже при всем том, что критика советского правительства была (в последний период жизни Сталина) в известной степени оправданной, она никогда не представляла собой со стороны тех, кто наиболее шумно с ней выступал, подлинной причины для их враждебности, как об этом свидетельствует то обстоя-

тельство, что они не прекращают ее и сейчас, когда большая часть тех пороков, на которые они жаловались, уже устранена. Это лицемерие достигло своей высшей точки в «холодной войне» и особенно в отказе допустить Китай в Организацию Объединенных Наций, как страну, совершившую агрессию в Корею.

Однако таковы простые примеры определяющего все глубокого лицемерия нашего времени, с которым выступают, и в значительной мере успешно, богатые и привилегированные, не отказывающиеся ни на йоту от своих преимуществ,—в качестве подлинных друзей и защитников устремлений того самого народа, на чьей эксплуатации они жирели. Неудивительно, что в политических делах такие слова, как «демократия», «безопасность», «оборона» и «мир», означают все что угодно, кроме своего подлинного смысла. Подобная практика надутельства впервые приобрела широкий размах во время первой мировой войны. Господа, получавшие хорошие прибыли и с презрением относившиеся к народу, рекламировали эту войну как войну ради уничтожения войн и ради спасения всего мира во имя демократии. Поскольку пустота этих прекрасных фраз была вскоре обнаружена, то место идеализма военного времени занял всеобщий цинизм, открывший путь к фашизму.

Царство жестокости

После первой мировой войны становилось все более и более очевидным, что при капитализме невозможно достигнуть благополучия для всех и что такая перспектива существует только для привилегированного меньшинства. Это было осознано сперва в менее развитых или побежденных капиталистических странах, затем—в других странах, а с началом кризиса 30-х годов—даже в Соединенных Штатах. Когда это было осознано, все больше людей, особенно из средней буржуазии или из класса, претендующего быть буржуазией, начали прислушиваться к неистовым, невежественным и неуравновешенным людям, которые заявляли, будто лишь одна раса или культура имеет право господствовать над миром с помощью силы. Эту идеологию, с ее открытым презрением к разуму, морали, справедливости и демократии, мы связываем сначала с итальянским фашизмом, а затем с германским нацизмом—политическими продуктами первого и второго мировых кризисов. Идеология эта фактически гораздо больше распространяется повсюду как симптом осознания гибели капитализма и проявляется многими способами, среди которых антисемитизм и барьер для цветных народов являются лишь наиболее очевидными ее формами^{6.12 8a}.

Жестокость и эксплуатация всегда шли рука об руку с капитализмом, но обычно их прикрывали маской либеральной демократии. Открытое их проявление было знаком предчувствия капиталистами того, что ныне либерализм и демократия представляют собой непозволительную роскошь. Действительные вдохновители фашизма и нацизма—крупные банкиры и промышленники Италии и Германии—не отличались от своих коллег в Америке, Англии и Франции, которые тесно сотрудничали с ними до 1939 года и даже после событий 1939 года, когда они все еще надеялись использовать нацистские вооруженные силы против Советского Союза^{6.17 96}. Теперь крупные банкиры и промышленники Америки, Англии и Франции хвастаются, что на протяжении всей войны эта надежда не только никогда не покидала их, но и сохранилась на тот день, когда им удалось бы вновь объединиться с теми же немцами для защиты «западной цивилизации».

Однако события показали, что жестокость в своей грубой нацистской форме проявления фактически не дает решения вопроса. Она вызвала против себя такое всемирное народное сопротивление, что, когда после огромных жертв нацистское государство было раздавлено во второй мировой войне силами Советского Союза, возникла опасность, что его падение могло бы поставить под угрозу сам капиталистический строй, по крайней мере в Европе. В Азии пора-

жение японского империализма действительно имело такие последствия почти во всех странах, подвергшихся японской оккупации.

Доктрина мира с позиции силы

Тем не менее условия, приведшие к нацистскому зверству, до сих пор существуют, и в тех или иных формах оно все еще сильно действует. Под прикрытием лицемерия, с помощью огромной пропагандистской машины возрождается старая идея о спасении с помощью насилия. Подлинная цель остается неизменной—восстановить мировое господство крупного капитала путем использования несметных военных сил, вооруженных с помощью огромных производственных мощностей Соединенных Штатов. Именно для этой цели бешено развивается новейшая научная техника: бактериологические средства ведения войны, атомная и водородная бомба. Идея остается той же самой: установление господства путем уничтожения—делается ли это во имя «расы господ» или во имя «западной цивилизации», «демократии» и «свободного мира». Как показывают бессердечное, зверское и бессмысленное истребление корейского народа под маской сопротивления агрессии, а также продолжение репрессий в Кении, на Кипре и в Алжире—это не праздная угроза.

Политика зверств полагается, как правило, просто на агрессивность, эгоизм или страх. Она предлагает общественной мысли мало нового. В самом деле, это, по существу, антиинтеллектуальное движение «ничегонезнаек»*, быстро становящееся невыразимым и непонятным, черпающим свое вдохновение из комиксов, кинофильмов и торгашеского телевидения с их прославлением зверств, садизма и научного избиения людей. В свое оправдание это движение опирается на традиции и на sentimentalную и обскурантистскую религию. В области религии наиболее реакционные элементы католической церкви возвели доктрину антикоммунизма в ранг учения о новом крестовом походе, когда все позволительно делать для уничтожения влияния сатаны.

В науке избитые идеи фашизма, расизма и антисемитизма пережили поражение Гитлера. Несмотря на то, что все эти идеи были дискредитированы в их грубой форме, они обрели новую жизнь в доктринах неомальтузианства, которые уже были рассмотрены (стр. 518). Неомальтузианская идея о перенаселенной планете берется для оправдания той доктрины, согласно которой надо-де задержать развитие остальных народов, якобы своим существованием угрожающих более удачливым наследникам «западной цивилизации», разрешив им умирать от болезней или, по крайней мере, предотвратив их размножение^{6, 123}. Издевательским вариантом этой доктрины является доктрина Эйзенхауэра, гласящая: пусть азиаты убивают азиатов.

Философия отчаяния

В капиталистических странах многие люди, особенно из среды интеллигенции, были достаточно понятливыми, чтобы принять иллюзии либерализма и социальной демократии, и достаточно гуманны, чтобы следовать доктрине зверств и истребления. Под влиянием трагических событий XX века некоторые из них, составляющие незначительное меньшинство в одних странах, значительное—в других, совершенно порвали с тем строем, в котором они не видели никакой надежды, и присоединились к сторонникам борьбы против него. Для тех, кто не имел ни желания, ни смелости поступить так, оставалось только уйти из мира действительности и занять позицию циничной или мелан-

* Первоначально прозвище членов так называемой Американской партии, которые в 1853—1856 годах требовали вывода из правительства США всех лиц, не рожденных в Америке, и всяческих ограничений для не американцев в получении прав гражданства. Будучи в то время членами нелегальной организации «ничегонезнайки» отговаривались незнанием о существовании этой организации, за что и получили такое наименование. Впоследствии так стали называть тех, кто стал проводить политику панамериканизма и господства США над всем миром.—Прим. ред.

холичной безнадежности, подобно своим предшественникам времен падения Римской империи. Эта тенденция ухода от действительности становится особенно явной во время и после второй мировой войны. Простейшей формой ее проявления было погружение в научную или творческую работу со все более сознательным игнорированием политических событий и уклонением от политических действий. В более крайних случаях эта тенденция приводила к разрыву со всеми духовными завоеваниями эпохи Возрождения, с ее горячей верой в неограниченные возможности человека, и возвращению к средневековому или восточному мистицизму (стр. 179), а подчас к нелепой смеси того и другого^{1.30}.

«Западная христианская цивилизация»

Из всех реакционных концепций, которые расцвели после второй мировой войны, идея «западной христианской цивилизации» является наиболее хитрой, заманчивой и опасной. Подобно Священному союзу 1815 года, современной копией которого она является, и в отличие от грубой антикоммунистической «оси», ставившей перед собой точно такие же цели, «западная христианская цивилизация» призывает к объединению респектабельности, религии и традиции. Ярлык «западная» предполагает к тому же современность и превосходство над азиатами и другими менее развитыми народностями.

Как историческое или социальное понятие эта идея не выдерживает критики. Несмотря на усилия таких специалистов по всемирной истории, как Тойнби^{1.20} и Шпенглер^{6.172} с их мистическими циклами развития истории, реальное отождествление «западной христианской цивилизации» с монополистическим капитализмом и, в частности, с Уолл-стритом нельзя серьезно оспаривать. Конечно, те интеллигенты, которые участвуют в этом большом предприятии, достаточно хорошо знают, кто им платит. Тем не менее флаг «западной христианской цивилизации», как сборный пункт для крестового похода против коммунизма, до сих пор имеет свои преимущества. Его можно использовать для прикрытия самых непривлекательных союзников, от Франко до Ли Сын Мана. Ввиду этого «благородного» побуждения кто будет сожалеть о применении столь необходимых и справедливых средств, как водородная бомба, напалм и бактериологическое оружие, против таких опасных агрессоров, как корейцы и китайцы? Эти виды оружия развиваются, конечно, только ради обороны, это—великое средство устрашения, даже если оно и означает убийство половины всего населения мира, включая сюда все население, отнюдь не необходимое для Европы.

В некоторых своих аспектах *экзистенциализм* с его упором на чувство виновенности и тревоги также выражает интеллектуальную сторону философии отчаяния. Он, однако, содержал, особенно в философии главного его поборника, Сартра, еще и внесенное Сартром под влиянием движения сопротивления, *чувство каково-то обязательства*, или личного участия, которое может снова придать этому направлению положительное содержание.

Из одного этого важного примера мы можем видеть, что тенденции к иллюзиям, лицемерию, зверствам и отчаянию нераздельны. Одна тенденция незаметно переходит в другую, и все они являются более или менее отчетливо осознаваемыми симптомами безуспешности позитивного и конструктивного противодействия социальным преобразованиям нашего времени. Все они вытекают из инстинктивного, но ни в коем случае не бескорыстного, пристрастия к тем преимуществам, которые может предоставить классовое общество людям, желающим и имеющим благодаря ему возможность наживаться. В этих тенденциях предполагается глубокое презрение к простому народу, или, в лучшем случае, им недостает веры в способность народа построить новую жизнь своими собственными силами.

Очерк, данный в предшествующих параграфах, имел своей целью дать соответствующий фон, на котором в течение последних сорока лет развивались

общественные науки капиталистического мира. Воздействие основных событий этого периода на отдельных лиц и учреждения имеет большое значение для объяснения того, почему общественные науки представляют собой разнообразные путаные, бессвязные и часто регрессивные тенденции.

13.2. ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ В МИРЕ КАПИТАЛИЗМА

Любое критическое исследование современного состояния всех этих общественных наук достаточно ясно показало бы, что прогрессирующее их вырождение явилось следствием духовной и общественной атмосферы капитализма. Правда, наблюдался значительный рост интереса к общественным наукам, и на их развитие затрачивались неслыханные средства (однако весьма незначительные по сравнению с расходами на развитие естественных наук). Сотни серьезных и в большинстве своем искренних и благонамеренных работников занимались социальными исследованиями. И все же, несмотря на наличие огромных томов подробных исследований и обзоров, не возникло никакой радикальной новой теории. За последние пятьдесят или больше лет, особенно за последние двадцать лет, произошло лишь новое извращение старых теорий, с тем чтобы помочь им объяснить (explain) или скорее оправдать (explain away) неспособность капитализма жить согласно своим старым обещаниям.

Майнард Кейнс стремился доказать, что экономические кризисы происходят лишь вследствие плохого устройства финансовой системы и технических неполадок в прекрасно сбалансированной машине капитализма. Он объяснял, что для излечения кризисов необходимо лишь установить правительственный контроль над политической инвестицией и заморозить или сократить реальную заработную плату, что якобы обеспечит полную занятость рабочих без каких-либо изменений в экономике извлечения прибылей. Фрейд и психоаналитики объясняли стремление к войнам врожденными неразрушимыми агрессивными инстинктами. Политические действия бесполезны или вредны до тех пор, пока эти инстинкты не будут обезврежены психоанализом, а так как этого, очевидно, никогда нельзя добиться, то мы должны, насколько это возможно, примириться с существующим положением вещей. Позитивисты, с другой стороны, показывали, что все наши общественные беспокойства вызываются неправильным употреблением языка. Если бы все политические деятели могли убедиться, что их речи внутренне несуразны, они бы всё передали обученным семантике ученым-социологам.

Эти взгляды, ни в коей мере не преувеличенные по сравнению со своими первоисточниками, показывают, сколь низко пало интеллектуальное банкротство ученых-социологов уже перед второй мировой войной. Неудивительно, что их теории в силу своей беспомощности не могли служить основой для эффективных действий в общественных делах. Однако эти теории имели другое применение: они обеспечивали интеллектуальную маскировку для капитализма и средства для того, чтобы все шло гладко. Хотя за последние сорок лет работа не принесла крупного теоретического успеха, в этот период наблюдался огромный рост в области технических приемов, используемых в общественных науках (в частности, более широко стала применяться статистика при проведении опросов с помощью анкет и инспектирования), а также в аналитических методах оперативных исследований. Эти технические приемы развивались и использовались потому, что они оплачивались или, по крайней мере, могли быть проданы. За последние десять лет возникло процветающее и более или менее честное применение общественных наук к ведению дел капиталистических предприятий—от трудовых отношений до рекламы. Общественные науки получили огромный толчок во время второй мировой войны, когда все они использовались с гораздо большим эффектом, чем когда-либо раньше. Частично это происходило потому, что во время войны борьба ради общих стремлений уменьшала хаос частных интересов, но еще более потому, что очень многие из

участвовавших в войне чувствовали, что они впервые делают сознательные шаги к лучшему и более разумному миру.

Далее будет дан краткий обзор развития различных отраслей общественной науки, а именно политической экономии, политической науки, социологии, педагогики и, наконец, самых высоких идеологических областей—психологии, философии и теологии. Об исторической науке, которая была рассмотрена в предыдущей главе, здесь ничего больше не говорится.

«Кейнсианская революция» в политической экономии

Наиболее характерными из последних преобразований в области общественных наук являются преобразования Майнарда Кейнса^{6.135a}. Важность кейнсианской теории преувеличивалась как сторонниками прежних школ политической экономии, которые считали, что он отбросил все доводы в пользу необузданного частного предпринимательства, так и лейбористскими вождями, которые приветствовали Кейнса как человека, оправдывающего социализм «благотворительного государства». В действительности же Кейнс минимально изменил экономическую теорию предельной полезности (стр. 567), придав ей некоторое сходство с действительностью мира монополистического капитализма. Кейнс стремился доказать прежде всего, что капиталистический строй необходимо, сам по себе, не ведет к условиям полной занятости. Эта идея, какой бы ужасной она ни представлялась классическим экономистам, миллионам безработных должна была казаться каким-то умалением действительности.

Решение, предложенное Кейнсом в своей книге «Общая теория занятости, процента и денег», далеко не упразднило капиталистического строя, которому он был глубоко предан. Это был скорее вопрос о смягчении его последствий государственным воздействием на капиталовложение, а также путем махинаций ценами, имеющими своей целью снижение реальной заработной платы. В своей работе он с некоторым запозданием признавал, что со времени первой мировой войны, как указывал Ленин, «монополистический капитализм превратился в государственный монополистический капитализм». Разграничить интересы государства и монополий стало очень трудно. Во время второй мировой войны эта связь признавалась открыто, правительственный контроль осуществлялся через доверенных лиц монополий. Когда в ответ на требования рабочего класса надо было национализировать некоторые отрасли промышленности и учреждения, то эта национализация ограничивалась практически обанкротившимися отраслями, а управление ими, по существу, оставалось в тех же руках, что и прежде. В Соединенных Штатах господство монополистов бесстыдно выставляется напоказ. Кабинет Эйзенхауэра состоит из «десяти миллионеров и одного водопроводчика, однако водопроводчика в отставке».

Среди лекарств Кейнса для излечения кризисов такое средство, как весьма похвальные капиталовложения в долгосрочные солидные проекты, фактически никогда не использовалось. И, повидимому, никогда не может быть использовано, ибо оно требует крупных правительственных расходов как раз в то время, когда все денежные тузы воют об экономии. Первый кризис был остановлен гонкой вооружений, начатой Гитлером, а сегодня теми же средствами поддерживается полная занятость. Таково единственное средство, с помощью которого капитализм может лишь временно и ужасной для людей ценою поддерживать тенденцию производить больше, чем может быть потреблено доведенным до состояния нищеты населением.

Другое кейнсианское лекарство—политика замораживания заработной платы—было чем угодно, только не академическим лекарством. Как это проявилось во время войны, оно состояло в том, чтобы держать заработную плату на определенном уровне, в то же время регулируя цены на основные продукты питания—железный рацион—путем субсидий, которые стоят гораздо меньше, чем стоило бы повышение заработной платы пропорционально повышению реальной стоимости жизни. Позже такая политика лояльно проводилась, на свою

беду, лейбористским правительством в Англии, всецело поддерживаемым некоторыми профсоюзными лидерами, которые явно считали, что их будущее неотделимо от сохранения капитализма.

Ценность работ Кейнса для правителей Англии и Америки заключается в том, что эти работы якобы дают научный и беспристрастный экономический анализ, ловко примиряющий интересы предпринимателей и рабочих в период упадка капитализма, когда осуществление ничем не сдерживаемой конкуренции могло бы только вызвать революцию. Успех этой теории у двупартийных вождей западной демократии—блестящий пример использования общественной науки в качестве маскировки классового господства. Как говорил Ленин: «Ожидать беспристрастной науки в обществе наемного рабства—такая же глупенькая наивность, как ожидать беспристрастия фабрикантов в вопросе о том, не следует ли увеличить плату рабочим, уменьшив прибыль капитала»^{6.149a}.

Новая политическая экономия, все приводящая в гармонию и постулирующая сдерживающие начала, действует очень односторонне, скрывая профсоюзную деятельность и предоставляя в то же время полную свободу предпринимателям. В последние годы она приняла форму борьбы за повышение производительности труда, что весьма заманчиво^{6.145}. Эта борьба предполагает, что общая сумма продукции определяется якобы исключительно желанием рабочих принять более напряженные методы труда или работать большее количество часов, тогда как данная сумма в гораздо большей степени зависит, учитывая, что предприниматель контролирует условия производства, от имеющегося капитала и в конечном счете от финансовых соображений. Более высокая производительность труда американских рабочих, по общему признанию, почти всецело обуславливается лучшим техническим оборудованием. Тем не менее английский фабрикант, используя устаревшее, не оправдывающее себя техническое оборудование, до сих пор ухитряется получать большую прибыль.

Сам Кейнс, исходивший из наличия технически статичной экономики, вряд ли занимался такими вопросами. Его наиболее выдающаяся ученица, Джоан Робинсон, развила учение Кейнса дальше, распространив его на условия монополистического капитализма, в мире, где происходят быстрые изменения в технике. В своей работе «Накопление капитала» она теоретически рассматривает те условия, при которых усовершенствование техники является определенно выгодным, учитывая его стоимость, устарелость оборудования и существующий уровень заработной платы. Из ее анализа кажется очевидным, что по мере прогресса техники монополистический капитализм постепенно становится все более неспособным обеспечить оптимальный рост благосостояния, ибо такой прогресс вводит добавочный элемент неуверенности и плохо влияет на капиталовложения. И здесь также этот экономист доказывает—до некоторой степени уже после того, как это стало очевидным—абсолютное банкротство капитализма, независимо даже от наличия его социалистической альтернативы.

Ту же тему рассматривает—больше в ее политическом аспекте—Джон Стрэчи в своем труде «Современный капитализм». Он указывает, что тенденция к относительному обнищанию рабочего класса, о которой говорит Маркс, является постоянной. Она была задержана—но именно только задержана—в прошлом веке благодаря энергичным усилиям рабочего класса, или тому, что он называет «демократическим давлением». Хотя он и видит, что нынешний капитализм переживает свою последнюю стадию, он отдает себе отчет в том, что окончательное его исчезновение, даже путем мирного преобразования, потребует значительно более энергичного стремления к социализму, чем то, которое до настоящего времени могла внушить одержимая антикоммунизмом лейбористская партия.

Политическая наука

До 1914 года политическая наука более или менее спокойно шла по пути, предполагаемому либеральным прогрессом. Вне марксистского лагеря счита-

лось общепринятым, что идеалом, который рано или поздно будет осуществлен во всем мире, является установление парламентарной демократии, гарантирующей собственность и сохраняющей свободу частного предпринимательства. События последующих лет показали, что это—пустая мечта; парламентарная демократия не получила распространения и фактически повсюду потеряла почву. Даже тогда, когда интервенционистские войны и *cordon sanitaire* («санитарный кордон». —Перев.) приостановили распространение большевизма, в результате установилась не демократия, а фашистские или почти фашистские диктатуры.

Даже в старых центрах демократии политические действия парламентов начали определяться экономическими интересами. Государство не могло больше оставаться держателем ринга, где происходили экономические бои за выгодный куш; оно должно было активно вмешиваться в эту борьбу, направляя или контролируя внутреннюю и внешнюю экономику страны. Архиперсоналистическая страна—Соединенные Штаты Америки—под воздействием кризиса 30-х годов вынуждена была принять «новый курс». Это было, по существу, признание ответственности правительства за благосостояние граждан, которые не могли уже сами справиться с трудностями, столкнувшись с экономическими изменениями всемирного масштаба.

Можно было бы ожидать, что эти серьезные изменения, усиливающие сращивание государства и частных концернов, объединение политиков и экономистов, приведут к быстрому росту политической науки и формулированию совершенно новых принципов. Однако этого не случилось. Имевшие место изменения взглядов были реакционными, копирующими религиозный или фашистский авторитаризм.

Достопримечательным примером такого рода политической мысли явилось сочинение Джеймса Бернхэма «Директориальная революция», опубликованное в 1941 году^{6.12 86}. В последующих его работах смаковался предполагаемый разгром Советского Союза Гитлером, а когда это не сбылось, яро пропагандировалось насаждение американского господства над всем миром с помощью военной силы и провоцирования восстаний^{6.12 86}. Тезис Бернхэма гласит, что речь идет не о переходе от капитализма к социализму, а лишь о переходе к *директориальному обществу*, где действительный контроль мирно и незаметно захватывается новым директорским классом, состоящим из мастеров, директоров и технического персонала, которые благодаря росту современной научной промышленности становятся необходимыми современному государству. Мировая история, согласно Бернхэму, ведет не к революции, а к войнам за господство над миром между гигантскими директориальными государствами. Таковыми, после поражения его любимой фашистской Германии, являются ныне США и Советский Союз, причем победа США над СССР обеспечена благодаря их экономическому и техническому превосходству. Бернхэм придал псевдонаучный лоск неприкрашенной *геополитике* германских милитаристов. Директориальная идея была с наибольшим восторгом встречена в печати крупных монополистов, вытеснение которых она провозгласила. Их вполне устраивала вера народа в то, что его правители—это штат служащих, послушно работающий на монополистов и изредка поднимающийся до второстепенного положения в иерархии богатства благодаря пожалованию пакета акций или поста директора. Эта идея получила также значительную поддержку лейбористской и социал-демократической интеллигенции, которой было лестно увидеть себя без каких-либо усилий со своей стороны новым господствующим классом. Фактически в господстве капитализма ничего не изменилось, кроме того, что контроль финансовых магнатов крупных корпораций стал более сильным, как об этом свидетельствуют «охоты за ведьмами» в Америке, где любая серьезная критика правления богатых поносится как коммунизм.

За исключением таких сумасбродств, какие встречаются у Бернхэма, и гнетущего фатализма гибнущей цивилизации—у профессора Тойнби (стр. 660

и далее), официальные представители политической науки продолжали большей частью повторять во все более болезненных и резких тонах общие места политической науки XIX века, несмотря на то что это все меньше и меньше имело отношение к современной действительности.

Даже когда, как это было в Англии, народное настроение приводило к власти рабочую партию, у нее не было социалистической теории, которая направляла бы ее действия. В самом деле, лейбористские вожди гордились своей приверженностью к научной (то есть буржуазной) политической теории и твердо держались законов, изданных их врагами, чтобы предотвратить сколь угодно значительные изменения в системе распределения богатства и власти. Действительно, политическую теорию лейбористы использовали главным образом для доказательств того, что путем реформ, которые они проводили во время своего первого пребывания у власти, было сделано не только все возможное, но и все желаемое.

«Бесшумная революция», утверждали они, на деле достигла своей цели, не привлекая, однако, к себе большого внимания. Идеи социализма были подняты на более высокий уровень. Это является темой многих выпущенных за последнее время изданий лейбористской партии серии «Социализм XX века», которая, отмечая столетие Кейра Гарди, знаменует категорический отказ от своего определения социализма как «коллективной собственности на все средства производства, распределения и обмена». Однако наблюдаются признаки того, что ветер начинает дуть с другой стороны. Политическая мысль неминуемо испытает на себе влияние растущих экономических затруднений капитализма и расширения демократии в Советском Союзе. Политическая наука сможет снова найти свое подлинное назначение как фактор общественного понимания и общественных изменений. Один из примеров этому представляет собой книга Стрэчи; другой, еще более радикальный пример осуждения предательства дела социализма дает нам ветеран социалистического движения Г. Д. Х. Коул.

13.3. ПРИМЕНЕНИЕ ОБЩЕСТВЕННОЙ НАУКИ

Хотя такие наиболее академические стороны общественной науки, как экономические и политические теории, и нашли свое основное применение в идеологической защите капитализма, огромный рост общественных наук, особенно после второй мировой войны, обуславливается сознанием того, что их применение к действительной деятельности капиталистической системы может принести известный доход. Ученые, специализировавшиеся в общественных науках, уже до этой войны занялись экономическими обследованиями, исследованиями рынка и рекламой, содействием упорядочению производственных отношений, городским и местным планированием и просвещением. Чтобы иметь возможность сделать что-нибудь полезное или хотя бы казаться таковыми, во всех этих областях требовалось нечто большее, чем туманные обобщения академической общественной науки. Поистине поразительно, как мало продвинулась теория социологии со времени первой мировой войны. Прежней яркости Гобхауза, Уоллеса и Тауни в Англии или Веблена, Вебера и Дьюи в Америке не наблюдалось. Вместо этого в данной области укоренилась невероятная и напыщенная тупость, как может в этом убедиться каждый, прочитав работы, опубликованные в течение последних двадцати лет. Официальные социологические теории настолько формалистичны и лишены каких-либо следов исторического развития, что трудно понять, каким образом их авторам удавалось извлекать из них оправдание всяческим банальностям реакции.

Количественные и статистические методы в общественных науках

Действительно, за последние годы появился и вырос совсем иной вид социологии, в которой место словесных определений и обобщений заняли

измерения и вычисления. Это развитие социологии во многом было вызвано событиями второй мировой войны, хотя ее последствия сказывались не так долго, как первоначально предполагалось. В таких странах, как Англия, и в меньшей степени в Соединенных Штатах, война впервые дала возможность увидеть, что могло бы дать применение общественной науки. Социологи, занимавшиеся до сих пор академическими исследованиями, оказались в таком положении, где они были призваны кое-что сделать своими исследованиями, и, более того, они получили средства как для проведения исследований, так и для претворения своих выводов в жизнь. Социологи оказались также работающими бок о бок с физиками и биологами в области военного дела и промышленного производства. Результат совместной работы был весьма благоприятным как для социологов, так и для физиков. Ученые-физики познакомились с преимуществами техники обследований и статистического анализа, которые были разработаны учеными-социологами. Последние же узнали цену планомерного эксперимента и математического анализа вариаций, которые были основным капиталом ученых-физиков и биологов (стр. 445 и далее)^{1. 2. 285}.

Наиболее могущественным и всеобщим из этих новых методов был статистический метод. Как бы ни назывались эти новые методы—социальное обследование, опрос мнений, социальная и индустриальная психология, рыночное и оперативное исследование,—все они в большей или меньшей мере составляют, по существу, статистический анализ данных о мышлении, работе или жизненных условиях людей, получаемых в результате систематических исследований.

Статистика давно использовалась в экономике и правительственных мероприятиях, однако использовалась она в основном в качестве средства регистрации и суммирования фактов, как, например, в бюджетах или в переписях населения. Новое применение статистики в качестве инструмента исследования для получения ответов на общие вопросы пришло прежде всего из области биологии, главным образом благодаря Карлу Пирсону (1857—1936), на которого в свою очередь оказали влияние евгеника Гальтона и позитивизм Маха. *Биометрия* Пирсона, с ее практическим применением к урожайности в сельском хозяйстве, вызвала к жизни социометрию, которая пыталась оценивать настроения и мнения и даже сам интеллект. Были изобретены прекрасные и чрезвычайно точные математические методы, показывавшие, что можно или чего нельзя узнать, исходя из ограниченного количества весьма беспорядочных и ненадежных фактов.

Социальное обследование

До тех пор, пока эти данные представляли собой материальные количества и честно собирались и анализировались, результаты могли иметь реальную общественную ценность. В XX веке традиция «размерности и гласности», восходящая к Бутсу и фабианскому обществу (стр. 574), все более распространялась вширь и вглубь. Одной из эффективных, принятых ею форм явилась форма социального обследования, где путем исследования отобранных образцов можно было составить количественную картину общего положения в определенной области или группе людей. При проведении в 30-х годах в Англии^{6. 161a} обследований состояния питания (о чем уже указывалось выше, на стр. 467, 479), которое связывало предметы питания с доходами и состоянием здоровья, было обнаружено, что в наиболее зажиточной стране Европы 50 процентов взрослых и 25 процентов детей недоедают. Опубликование результатов данных обследований привело к общенародным волнениям, вынудившим пойти, по крайней мере, на некоторые небольшие уступки. Проведение подобных исследований в жилищном вопросе и в области просвещения вооружило тех, кто требовал улучшения этих условий, фактическими данными, на которых они и основывали свои претензии, и дало количественный критерий для измерения достигнутых улучшений. Я также имею некоторый опыт в проведении

социальных обследований фактического положения дел. Во время войны я помогал планировать и направлять обширное обследование, проводившееся в двух английских городах, целью которого было установить связь между интенсивностью воздушных нападений и производством. Мы измеряли все — от потребления пива и аспирина до производства пуль для пулеметов. Это был первый и, я полагаю, единственный раз, когда социальные и производственные данные современного общества связывались друг с другом. Мы пришли не к тем выводам о действии налетов, которые хотелось бы получить лицам, поставившим перед нами эту задачу, поэтому они вынуждены были пренебречь полученными выводами; однако мы действительно обнаружили некоторые весьма интересные связи между трудом и заработной платой, которые совсем не были использованы.

Социальное обследование, особенно в тридцатые годы, стало средством не для убеждения господствующих классов оказать помощь обществу, как на это надеялись и рассчитывали фабианцы, а оружием, используемым рабочим классом в его выступлениях с требованием предоставления прав и их обеспечения. Со временем были найдены средства положить этому конец — не столько путем ликвидации обследований, сколько путем искусного изменения их характера; тогда статистический метод заслужил репутацию метода «лжи, вранья и статистики». Усердно выписанные цифры национального дохода и индекс стоимости жизни давали такие результаты, о неправильности которых народ знал, не имея возможности доказать это. Предупреждение Авраама Линкольна — «нельзя все время дурачить весь народ» — подтвердилось общественным недоверием к официальной статистике. Сами социальные и экономические обследования начали обретать новый вид. При проведении третьего раунтрийского обследования бедности в Йорке статистикам на бумаге удалось фактически уничтожить бедность благодаря остроумному изобретению, которое эффектно улучшает гораздо более низкий по сравнению со временем проведения предшествующих обследований уровень жизни. Однако эта карта была бита. Бедственное положение престарелых пенсионеров и низкая реальная заработная плата большинства рабочих начинают выражаться даже в статистике, характеризуя действительную и поправимую нищету^{6.1556}.

Опрос мнений

Подтасовываемые результаты этих обследований еще легче могут быть получены там, где основой всяких подсчетов является уже не материальный, а идеальный мир, где все подвержено мнению и где бессознательное предубеждение может предопределить ответ, несмотря на всю утонченность подсчета. Это, в частности, имеет место при опросах мнений, применение которых распространилось из Америки в 30-х годах. Эти опросы страдали двумя недостатками: во-первых, тип ответа зависел от постановки вопроса и, во-вторых, эти ответы могли дать в лучшем случае информацию о том, что люди чувствуют нужным сказать, а не о том, что они действительно думают. Для целей, в которых используются результаты опросов, это не обязательно неудобно. Опрос всегда можно провести так, чтобы получить результаты, нужные его заказчику. Если этот опрос явно не дает таких результатов, его можно как-либо обыграть или замолчать. Опрос мнений, примененный к политике, представляет собой коварную опасность для демократии. Выборы есть дело народа: он выражает свою волю, и она оказывает свое действие. Выборочный опрос не предполагает никакой власти народа. Он придает одинаковый вес как продуманным выводам честного и влиятельного человека, так и мнению того, кто просто не хочет быть занесенным в рубрику «не знает». Такой опрос просто указывает подтасовщикам мнений, что им, может быть, следует изменить свой тон. Народ перестал быть хозяином своей судьбы и превратился в послушное стадо, которое криками и соблазнами рекламы направляют то по одному, то по другому пути.

Исследования состояния рынка и реклама

Самое большое использование метод взятых наугад мнений находит в так называемых исследованиях состояния рынка, где он заменяет, или по крайней мере дополняет, мнения и предчувствия торговцев. Исследования состояния рынка являются частью большого аппарата, предназначенного для того, чтобы навязать ненужные товары неизбежно неосведомленным покупателям, что свидетельствует о процессе возрастающих трудностей в общем кризисе капитализма. Здесь метод статистики имеет то преимущество, что он дает свои результаты в цифрах — на языке, который могут понимать деловые люди. Что означает число и вообще означает ли оно что-нибудь реально, это не важно. Важно, что эти числа используются в пространных дискуссиях; таким образом, известные лица охотно заплатят деньги, чтобы получить эти цифры, и, следовательно, выгодно иметь людей, умеющих создавать эти цифры.

Цель информации, будь она выражена в цифрах или словесных обобщениях, остается одной и той же — оказывать содействие получению прибылей путем расширения торговли. Для XX века характерен рост огромного аппарата объявлений и рекламы, который самым своим размахом ослепляет и оглушает большинство людей, искажая всякое реальное понимание мира, в котором они живут. Реклама на деле стала огромной паразитической отраслью промышленности, функция которой — эффективно взыскивать самый замаскированный покупательский налог с потребителей ради выгоды немногих магнатов газет и рекламы. Этот налог — важный налог, изменяющийся в соответствии с никчемностью продукта и нищетой покупателей. Согласно статистическим данным, стоимость рекламы составляет около 13 процентов цены товаров, которые больше других рекламируются; в то же время для некоторых продуктов, в частности для лекарств и товаров домашнего обихода, когда покупательница имеет наименьшую возможность судить о действительной стоимости того, за что она должна платить, стоимость рекламы поднимается более чем на 30 процентов. Правда, в начале проведения рекламных кампаний некоторые товары могут быть розданы в качестве подарков; однако затраченные деньги вскоре возмещаются. Небольшая часть этого дохода идет на содержание лиц разнообразных профессий: агентов, редакторов, художников и печатников. В Англии на рекламу тратится около 125 млн. фунтов стерлингов в год.

Это более чем в два раза больше суммы, которую промышленность расходует на проведение исследований (стр. 448). Поэтому не удивительно, что эта машина легко может поддерживать общественную науку как сравнительно дешевое, кичащееся своей ученостью приложение. Обеспечивая работой опытных ученых-социологов, статистиков и психологов, реклама оправдывает создание университетских отделений, где преподается этот предмет и проводятся изыскания в области преподавания рекламы.

В области свободных профессий, где стоимость чего угодно определяется тем, что за это могут заплатить, выводы общественной науки должны быть весомее красноречия и хвастовства искусства продажи и рекламирования. Поскольку наука существует в этой атмосфере, постольку она должна подчиняться данным требованиям и быть бесчестной как в своих утверждениях, так и в своих отрицаниях. Цифры столь же изменчивы, как и слова, и более обманчивы, ибо они несут с собой дух нейтральности, присущий фактам.

Общественная наука в производстве

Применение общественной науки к самим процессам капиталистического производства является делом недавнего времени. За исключением работ некоторых самозванных экспертов научного управления, такое применение проводилось лишь в последние два десятилетия. В своей более старой форме исследования времени и движений оно, очевидно, означало совершенствование

этих движений рабочего с тем, чтобы получить от него больше продукции в ту же единицу времени. Оно низвело мужчин и женщин до уровня машин, которые они обслуживали. Рабочие организации протестовали и с переменным успехом боролись против такого применения науки. Попытка ввести подобную систему на заводе часто служила достаточным поводом для возникновения забастовки. Один тред-юнионист старой школы заметил как-то: «Исследования времени и движений рабочего означают, что время потеряно, а движение прекращается».

Более поздние формы применения общественной науки к производству являются более искусными и мнимо безвредными. Наметились две линии подхода к применению общественной науки: первая, исходившая из самой механической техники и занимавшаяся приспособлением рабочих к машинам,—здесь исследование времени и движений было расширено и стало известным благодаря успеху проведенного в военное время *оперативного исследования*; вторая линия применения общественной науки исходила из человеческого элемента и стремилась с помощью психологических методов сделать рабочего не только более производительным, но и более послушным орудием—это относится к области *индустриальной психологии и науки управления*.

Операционное исследование на производстве

Генезис оперативного исследования, проведенного в связи с военными нуждами, был уже рассмотрен (стр. 445).

Непосредственно после войны как ученые-естественники, так и ученые-социологи стремились использовать методы операционного исследования в тех областях, где эти методы были наиболее нужны, то есть в развитии производства продуктов сельского хозяйства и промышленности и в таких областях социально-бытового обслуживания, как жилищное строительство и здравоохранение^{1, 2, 201}. Как уже отмечалось, в настоящее время успехи физической и биологической наук делают в принципе возможным развитие все более рациональных типов производства в обеих областях и достижение громадной экономии усилий, с одной стороны, и гораздо большего удовлетворения потребителя—с другой.

Однако на протяжении десяти лет применение операционного исследования росло с обескураживающей медленностью. В первоначальном смысле его определение как «использования количественного анализа действительного положения в качестве руководства к исполнению» трудно было уложить в капиталистическую схему. Это объясняется тем, что промышленное производство не обладает ни безоговорочной дисциплиной армии, ни чувством общей цели какого-либо коллективного или кооперативного предприятия. Поэтому метод операционного исследования, со всеми его статистическими ухищрениями, такими как прямое и обратное планирование, может быть использован только в чисто технической сфере или как средство выжать из рабочих как можно больше труда, в чем он сливается с более старым и весьма подозрительным методом научного управления. Но использование его даже с этими целями вызывает мало энтузиазма, ибо деловые круги смотрят на него как на попытку ущемления прав управляющих.

Для того чтобы полностью использовать этот важный метод, служащий связующим звеном между общественной наукой и техникой, нужен подлинно действенный контроль рабочих над промышленностью и устранение частного контроля и частной прибыли.

Это не мешает ограниченному применению операционных исследований со всеми их статистическими тонкостями, как, например, прямое и обратное планирование, к строго ограниченным проблемам получения наибольшего количества продукции фабрики или извлечения максимальных прибылей^{1, 5 а}. Операционное исследование в самом деле дополнило научное управление и тем самым потеряло свое независимое особое положение.

Индустриальная психология

Однако оставался значительный простор для другого рода общественной науки, которая могла бы не мешать капитализму, а расчищать ему путь. Это было обеспечено развитием методов индустриальной психологии и научного управления. Главная цель состояла в том, чтобы контролировать ум и волю рабочего путем использования всяческих приемов, разработанных социологией или психологией.

В Соединенных Штатах развитие методов индустриальной психологии и научного управления начинается со дней кризиса 30-х годов, в Англии— в более поздний период, но в обоих случаях оно получило огромный толчок со времени второй мировой войны. Престиж психологии поднялся в значительной мере благодаря тому, что она претендовала на успешное применение в комплектовании и обучении вооруженных сил. Надеялись, что подобные методы могут помочь и в создании более дисциплинированных промышленных армий. Основная цель индустриальной психологии состоит в том, чтобы обеспечить максимальное желание работать и создать впечатление гармонии интересов рабочих и дирекции.

Такая психология в узком смысле этого слова, с ее психоаналитическими и психиатрическими наслоениями, предполагает, что большинство рабочих— лодыри, прогульщики и, хуже того, бунтовщики и забастовщики; действительно, всякий, кто восстает против эксплуатации,—фактически все, кроме образцово-показательных рабочих—является больным, нуждающимся в проверке и лечении для того, чтобы соответствовать условиям своей работы. Их быт необходимо исследовать, ошибочные идеи о собственниках—поправить, антикооперативность—видоизменить при помощи групповых тренировок. В самом деле, для них необходимо сделать все, кроме одного, от чего они действительно получают выгоду,—кромe ликвидации эксплуатации. До тех пор, пока будет существовать эксплуатация рабочих ради получения прибыли, преуспевающая индустриальная психология может лишь мешать рабочим выдвигать свои требования о повышении заработной платы и улучшении жизненных условий и тем самым уменьшить их долю в получении продукта их труда. Использовать науку ради этой цели—значит превращать ее в соучастницу обмана даже в том случае, когда сам ученый не осознает, что он делает.

Развращение общественной науки

Ученые, работающие в данных областях общественной науки, могут искренне верить, что они трудятся на благо общества, способствуя установлению общественной гармонии; или же они могут надеяться, что в ходе своей работы смогут дополнить человеческие знания, или, говоря более грубо, могут видеть в науке хорошо оплачиваемую работу. Их работа во всех случаях может оказаться с научной точки зрения безрезультатной, ибо она заранее ограничена условиями применения науки. Необходимость достигать практических результатов, удовлетворяющих предпринимателей и создающих видимость научной беспристрастности с тем, чтобы не вывести из душевного равновесия рабочих, служит препятствием для любого серьезного анализа. Вместо этого появляется нечто, готовое превратиться в смесь производящей впечатление статистики и самых обычных банальностей, выраженных на напыщенном научном языке и основывающихся на анкетах, которые заполняются маловажными вопросами и случайными или неточными ответами на них. Из ряда вон выходящим, но верным примером этого является открытие одного американского индустриального психолога, который сказал, что шахтер отождествляет шахту со своей матерью, а босса—со своим отцом, а это делает его напрасно смирным во время работы и агрессивным в деле отстаивания своих прав. Этот психолог выразил надежду, что если бы шахтер стал смотреть на босса, как на свою мать, а на шахту—как на своего отца, то он стал бы энергично атаковать угольные пласты и превратился бы в образцово-показательного работника.

Ценность рабочего как человеческого существа может быть полностью реализована—как об этом свидетельствует опыт Советского Союза—только в том случае, если он является хозяином своей работы. Таково—в известных пределах нищеты и невежества—положение средневекового ремесленника. Подобное положение может быть возрождено в мире научно организованной промышленности только благодаря такому типу устройства общества, где каждый рабочий, сообщая со своими товарищами по работе и вместе с техническим персоналом, действительно определяет, каким образом должна быть выполнена работа, руководит и управляет машиной и пожинает все плоды своего труда. Что-либо другое—это обман, который рано или поздно будет раскрыт.

До последнего времени профсоюзы всегда боролись против всех форм «научного управления». Однако эта позиция иногда рассматривалась вождами американских профсоюзов, которые даже нанимают психологов-индустриалистов, чтобы помочь фирмам увеличить производительность труда, как старомодная. В течение известного времени, в разгар бума «холодной войны», подобные же шаги, направленные на подъем производительности труда с помощью психологических методов, пользовались поддержкой со стороны некоторых влиятельных профсоюзных лидеров, которые, повидимому, считали, что защита демократии лучше всего обеспечивается сохранением и усилением капиталистических монополий. Идея достижения взаимопонимания между рабочими и администрацией в интересах производства попрежнему пользуется поддержкой Организации морального перевооружения и даже некоторым образом тактичным королевским покровительством. Она, однако, впала в известную немилость у профсоюзных деятелей, поскольку сейчас становится очевидным, что с повышением производительности труда они попросту сами вытесняют себя со своих должностей.

В Англии, где вследствие перевооружения капиталовложения и индустриальные исследования сократились (стр. 448, 671), помощь индустриальной психологии, которая сравнительно дешева, представляет собой единственно оставшийся резерв.

Эти соображения до некоторой степени объясняют наблюдающееся за последние годы заметно более благожелательное отношение властей по обоим сторонам Атлантического океана к общественным наукам. Общественные науки показали свою цену и знают свое место. Их роль может быть ролью слуги, а не советчика: «Годен к употреблению, но не более этого», как изящно выразился один вице-маршал авиации*.

Общественная наука, преподаваемая ныне в университетах, остается верной своим старым предвоенным задачам оправдания существующей, или слегка измененной, капиталистической формы общества. Тем не менее мысль о преподавании общественной науки в учебных заведениях была целиком и полностью отвергнута Норвудской комиссией в 1941 году^{6.1316}. Все понимали, что как бы хорошо это ни выглядело, такое преподавание могло привести к распространению опасных мыслей.

13.4. ПЕДАГОГИКА

Педагогика—это наука, которая стоит несколько в стороне от других общественных наук и имеет даже еще менее твердый научный статут. Идеально она должна охватывать все процессы развития человека—от рождения до смерти,—благодаря которым человеческие существа приспособляются к обществу, в котором они живут, и те средства, с помощью которых они узнают, как использовать это общество наилучшим образом или изменить его. В действительности педагогика как особая наука возникла сравнительно недавно.

* Непередаваемая игра слов: «on tap but not on top».—Прим. ред.

в наше время, из практических трудностей, с которыми столкнулась школьная система, пытавшаяся совершенно неподходящими средствами удовлетворить быстро растущие потребности образования. Требование общенародного образования, отделенного от специализированного обучения богословию, праву или медицине, было впервые выдвинуто мятежной буржуазией XVI века и тесно связано с близкими ему по духу движениями за проведение религиозных реформ и введение политических свобод. В XVII и XVIII веках общенародное образование должно было бороться за свое признание; вот почему первые педагоги—Вивес (1492—1540), Коменский, Руссо и Песталоцци (1746—1827)—были также видными философами и реформаторами и сыграли большую роль в крушении идеологии феодального строя (стр. 247, 550).

Классовая дискриминация

Однако когда промышленные капиталисты пришли к власти, их энтузиазм в деле распространения образования скоро улетучился. Правда, для того чтобы вновь выросший рабочий класс мог выполнять свою работу должным образом, необходимо было научить его в достаточной мере читать, писать и считать. Поэтому, хотя и с большой неохотой, были предприняты некоторые меры для возможно более дешевого обучения рабочего класса. Однако тем больше было оснований для того, чтобы образование масс не заходило слишком далеко и чтобы оно не знакомило со смущающими идеями. Вряд ли официальную точку зрения можно было лучше выразить, чем это сделал в 1807 году член парламента, впоследствии президент Королевского общества, Дэвис Гильберт:

«Каким бы благовидным ни был в теории проект просвещения трудящихся классов бедняков, на деле это оказалось бы пагубным для их морали и счастья; просвещение научило бы их презирать свое место в жизни, вместо того чтобы сделать их толковыми работниками в сельском хозяйстве и других областях применения труда, к чему они предназначены в силу своего положения в обществе; вместо того чтобы научить их подчинению, оно обратило бы их в оппозиционеров и непокорных, как это можно наблюдать в промышленных графствах; оно дало бы им возможность читать бунтарские памфлеты, вредные книги и выступления против христианства; оно сделало бы их дерзкими по отношению к своему начальству; и в результате через немного лет законодательная власть оказалась бы вынужденной направить сильную вооруженную силу против них и издать для исполнительных властей магистратов гораздо более жесткие, чем ныне действующие, законы».

Сопротивление консерваторов делу просвещения, и в особенности высшему образованию рабочих, всячески поддерживалось. Когда во времена вейний либеральной эмансипации по инициативе Томаса Годскина (стр. 556) в 1823 году был учрежден Лондонский механический институт (впоследствии Биркбек-колледж), который провозгласил своей целью дать знания трудящимся по «вопросам химии и механистической философии, а также науки о создании и распределении богатства», газета «Сант джеймс кроникл» писала:

«План, более совершенно приспособленный для разрушения нашей империи, не мог бы изобрести сам дьявол... каждый шаг, который они делают по организации рабочих как отдельного и независимого класса, является шагом, и притом крупным шагом, к этому роковому результату».

Почти на всем континенте Европы эта опасность была ликвидирована тем, что доступ к высшему образованию был закрыт фактически для всех, кроме практически потомственного образованного класса—так называемой *интеллигенции*, которая, за исключением небольшого числа выдающихся личностей, поставляла всех церковников, юристов, докторов, ученых, инженеров и администраторов, в коих нуждались страны. Эта косная система ограниченно-классового образования была впервые сломлена в России после Октябрьской революции при ожесточенном сопротивлении наиболее реак-

ционной части старой интеллигенции. Теперь не только в России, но и во всей Восточной Европе и в Китае она уступила место всецело народной общеобразовательной системе совершенно нового типа (стр. 635).

В Англии—не в Британии, ибо Шотландия имеет давно установившуюся традицию народного образования,—где впервые в крупных размерах развилась промышленность, условия для получения образования были несколько более гибкими. Для того чтобы удовлетворить потребности быстро растущего производства и управления, здесь был открыт вполне достаточный доступ к высшему образованию. Однако этот доступ регулировался таким образом, чтобы новое пополнение могло ассимилироваться в среде правящих классов, и они часто становились вернейшими приверженцами этих классов. Успехи народных сил расширили доступ к высшему образованию, но основной принцип—ассимиляция нового пополнения с высшим классом—сохранился.

В новых странах, в частности в Соединенных Штатах, образование с самого начала было сравнительно дешево и доступно. В то же время качество этого образования было низкое и малозначительное по сравнению с практическими способностями и деловым чутьем. Первые успехи американской промышленности были достигнуты благодаря практически неграмотным изобретателям, и это говорит только о том, насколько важнее любого запаса книжных знаний на той стадии примитивного развития техники были благоприятные экономические условия и хорошее мастерство. Однако, как мы уже видели, такие условия вскоре исчезли. Быстрое проникновение физики в промышленность сделало предварительным условием технического прогресса некоторую степень научного образования. До последнего времени это было задачей скорее колледжей и университетов, чем школ.

Однако со времени войны в Соединенных Штатах проблема обеспечения промышленности учеными и технологами стала насущной проблемой, в частности ее стали рассматривать как насущную проблему тогда, когда было признано, что число ученых и технологов, работающих в промышленности США, меньше, чем в Советском Союзе^{6,7}.

Борьба рабочего класса за доступ к просвещению

До сих пор просвещение рассматривалось нами как нечто принадлежавшее всецело буржуазии, как некоторая подачка, даваемая людям низшего ранга; однако это только половина дела и причем не самая главная. Триста лет тому назад буржуазия требовала доступа к просвещению, рассматривая его как путь к власти, теперь очередь за промышленным рабочим классом сделать то же самое. Требование доступа к образованию, героические усилия и жертвы, принесенные для того, чтобы получить образование, были неотъемлемой частью рабочего движения, а в XIX веке все это было тесно связано с кооперативным и профсоюзным движениями. «Образование, агитация, организация»—таков был лозунг социал-демократической федерации (стр. 573). Все крупные фигуры, участвовавшие в борьбе за социализм, были высокообразованными людьми, и очень часто они просвещались самостоятельно.

К XX веку это энергичное наступление несколько приостановилось вследствие того, что был сделан ряд уступок, открывших всем доступ к начальному образованию, а также в результате проведения некоторых мер, обеспечивших в ограниченных размерах доступ рабочим к высшему образованию, как, например, создание Биркбек-колледжа (влившегося в Лондонский университет в 1920 году)^{5,18a}, Рескин-колледжа, хотя и находящегося с 1899 года при Оксфордском университете, но еще не заслужившего репутации подлинного колледжа университета^{6,170b}, и создание Ассоциации содействия образованию рабочих—в 1903 году^{6,170a}. Другая опасность состояла в почти непреодолимом стремлении детей рабочих воспользоваться образованием как средством для того, чтобы выбиться из рядов своего класса, что

неизбежно лишало этот класс талантов в наилучшем, платоновском, смысле (стр. 114). Тем не менее требование открыть более широкий доступ к образованию все нарастало и усиливалось вместе с возраставшими потребностями в мастерстве и науке новых отраслей промышленности и вместе с возраставшим сознанием силы рабочего класса. К середине XX века требование доступа ко всем областям образования, выдвигаемое рабочим классом, стало непреодолимым.

Педагогика, в течение столетий находившаяся в состоянии академического застоя, теперь должна была отвечать требованиям реального и имеющего важное значение просвещения общества. Следует признать, что она была плохо приспособлена для этого. Теория педагогики частично представляла собой искреннюю попытку найти по существу психологические принципы за пределами действительных технических приемов передачи знаний и как таковая была не более научной, чем остальная психология. Более того, она по традиции пыталась создать философию педагогики, имеющую своей целью изложение своих истинных принципов. В качестве таковой она еще больше страдала всеми пороками, присущими общественным наукам. Будучи неспособной или не желая признать изменяющийся характер общества или его классовую структуру, теория педагогики сознательно, так же как и бессознательно, считала это общество неизменным и стремилась найти способы приспособить к этому обществу учащихся. Это неизбежно делало такую теорию догматической и апологетической.

Тесты умственных способностей

Тем временем попытались придать педагогике более научный вид путем введения тестов (испытаний) умственных способностей, заимствованных из некоторых ранних достижений научной криминалистики. Ввиду того что качество выполнения поставленных этими тестами задач можно было выразить в числах, а эти числа—складывать, делить и подвергать научной обработке, результаты таких тестов считались полностью объективными и научными. Однако загвоздка состоит в тех предубеждениях, которые вносятся в составление самих тестов. В классовом обществе любой тест, примененный ко всем детям, обязательно ведет к классовой дискриминации, и так как те, кто составляет тест, будучи образованными людьми, должны неизбежно иметь предубеждения высшего класса, результаты таких тестов, естественно, подчеркивают преимущества воспитания высшего класса^{6, 170в}. Во всяком случае, больший контакт с родителями, больший досуг, наличие книг, возможность поездок и путешествий—все это дает детям буржуазии громадные первоначальные преимущества в обучении ребенка. Если эти преимущества, совершенно независимые от умственных способностей ребенка, затем подкрепляются результатами тестов его умственных способностей, то это должно вести к установлению чрезвычайно несправедливой для трудящихся системы просвещения.

Именно таким образом они в основном и применялись в послевоенной системе образования в Англии, с тем, чтобы оправдать продолжающуюся сегрегацию большого количества детей в возрасте до 11 лет, которые представляют собой значительную группу рабочего класса и которых фактически считают неспособными получить высшее образование, в то же время давая возможность поступать в «закрытые» школы тем, чьи родители могут платить. Итогом такого применения общественной науки явился способ держать бедных в неизменном положении и в то же время заставлять их чувствовать себя столь неполноценными, что они даже не имеют права быть этим недовольными.

Кризис научного и технического образования

Однако такое чудесное разрешение проблемы становится сейчас неосуществимым в силу тех требований современной техники, от которых зависит возможность экономически выжить. Оно не было предназначено—и, естествен-

но, оказывается неспособным—обеспечить то большое число научно и технически подготовленных молодых людей, которое, в век ядерной энергии и автоматизации, необходимо для работы промышленности. В Америке, равно как и в Англии, поняли это только с большим запозданием, и то главным образом под влиянием сведений о том, что было достигнуто в этом отношении в Советском Союзе. Официальные запросы и отчеты шли сплошным потоком, однако сделано было очень мало. Англия нуждается в значительном расширении системы высшего научного образования на всех уровнях. Это означает необходимость увеличения числа преподавателей различных естественных наук, а, следовательно, также и увеличения их зарплаты и, чтобы быть справедливым по отношению к другим преподавателям, потребуется фактически более чем удвоить ассигнования на образование. К тому же подготовка большого количества научно подготовленных людей, понимающих свое значение в экономике страны, угрожает господству гуманитарно образованных высших классов. Но не осуществить вовремя этой революции в области образования—значит утратить промышленное, а отсюда и политическое превосходство.

13.5. ИДЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА

Психология

Из всех общественных наук психология является единственной наукой, которая, по общему признанию, в частности по мнению ученых, сделала наибольшие успехи в XX веке и больше всего повлияла на формирование общих взглядов на жизнь и общество. Хотя революция в психологии, связанная с именем Фрейда, была продуктом мысли XIX века (стр. 571), о ней вне кругов психиатров до периода после первой мировой войны знали очень мало. Сильное влияние фрейдизма на развитие мысли и в некотором отношении на человеческое поведение стало сказываться только в 20-х годах XX века. В то время фрейдистская психология казалась великой революцией—столь же великой, как дарвинизм в прошлом столетии, и, подобно дарвинизму, стала центром ожесточенных споров, объединив против себя все силы респектабельности и религии. Эти споры в настоящее время затихли, однако умерла также и вера в открытие фрейдистами механизмы деятельности человеческой души. Теперь мы можем понять место фрейдистской психологии в человеческой мысли как в отношении ее развития, так и в отношении последствий этого развития.

Зигмунд Фрейд

Первые работы Зигмунда Фрейда относятся к области естественных наук. Он был врачом-практиком и исследовал действие лекарств. Занявшись лечением неврозов, он следовал прежде всего методам французских врачей-экспериментаторов Шарко (1825—1893) и Жане (1859—1947). Следовательно, он черпал свой материал в реальном мире, хотя и в очень ограниченной его части, ибо пациенты Фрейда в значительной степени были представителями интеллигентских кругов, к которым принадлежал и сам Фрейд. Однако, каков бы ни был источник полученных им данных, его идеи явились составной частью общепринятых позитивистских взглядов, присущих тому времени. Здесь позитивизм оказал большее, чем в любой другой отрасли науки, влияние на истолкование и изложение результатов новых приемов психоанализа.

Хотя сам Фрейд всегда стремился выразить свои открытия, не выходя за пределы объективной реальности, однако действительные, созданные им сущности гораздо больше походили на духов добродетели и проповеди средневековой морали, чем на материальные сущности физики и химии. «Бессознательное» с его троичей—«ego», «super ego» и «id», «комплексы», «цензор», «либидо» и «желание смерти»—все это было изобретено Фрейдом для объяснения странных представлений, снов и невольного поведения своих пациентов. Именно потому, что эти изобретения не имели возможности материально суще-

ствовать, допуская некую иную форму проявления, они, особенно у последователей Фрейда, имели тенденцию принять абсолютный характер и создали неизменный и почти мифический ад влияний зла, силу которого причинять вред можно было бы уменьшить, хотя и не ликвидировать полностью, с помощью психоаналитика.

Общественное значение психоанализа

В этой книге нет места для рассмотрения принципов психоанализа, а можно лишь отметить его общественную подоплеку. Естественно, что для того, чтобы психоанализ раскрыл свое общественное нутро, потребовалось несколько лет. Сначала новая психология встретила крайне яростное и истерическое сопротивление, исходившее от защитников респектабельности и религиозности буржуазии. Только после первой мировой войны, когда иллюзия вечной стабильности буржуазного общества была поколеблена, влияние Фрейда начинает распространяться столь быстро, что в более или менее выхолощенной форме становится почти религией интеллигенции.

Причины успеха учения Фрейда следует искать в объективной неустойчивости того времени. Так как новая психология подчеркивала важность скрытого иррационального и первобытного аспекта человеческой психики, она тем самым якобы объясняла, а на деле практически оправдывала неумение человека иметь дело с общественными проблемами. Конечный вывод фрейдистской психологии сводился к тому, что человеком действительно управляют его собственные бессознательные инстинкты, заложенные в него до рождения и заботливо вынашиваемые в период воспитания младенцев для свершения зла.

Верно, что эти новые теории психоанализа имели и намеревались иметь своим результатом освобождение от более старой подобной догмы, вроде догмы о первородном грехе. По крайней мере вначале своего существования новая психология была определенно антирелигиозным учением и оказала сильную поддержку более мягкому отношению к детям и женщинам и их освобождению. Тем не менее общим результатом воздействия психоанализа на те элементы общества, которые после окончания первой мировой войны восприняли его с таким энтузиазмом, явилось отвлечение внимания людей от попыток разрешить общественные проблемы любыми совместными или политическими действиями и увод их от этих проблем к интересам своей собственной персоны, в частности к интересам своей собственной половой жизни.

Позиция самого Фрейда была и оставалась по существу научной, то есть он был заинтересован прежде всего в отыскании самых простейших гипотез, которыми он мог бы руководствоваться при интерпретации реакции своих пациентов и причин того, почему его лечение оказывало им помощь. Однако применяемая им наука была субъективистской и позитивистской и могла служить лишь умножению числа сущностей безо всяких на то оснований. К концу своей жизни, попытавшись распространить свои клинические идеи на области антропологии и религии, объяснения Фрейда стали носить явно мифический характер^{6, 140а}. Последователи Фрейда, в частности те из них, кто в каком-то отношении порвал с его грубыми формулировками, с еще большей ясностью раскрыли мистические тенденции, коренившиеся в новой психологии. У Юнга психология фактически вернулась не только к мифам в общественном смысле этого слова, но и к концепции наследственных мифов, к «высшей» истине оккультистского толка, к таким концепциям, которые в той или иной форме стали основой большинства фашистских движений XX века. Подобно этому, Адлер, настаивая на комплексе силы, оказался невольным пророком, сыгравшим на руку врагам своего народа. Теперь, когда уже прошла половина XX века, психоанализ, отказавшись в целях умиротворения церковников от открытого подчеркивания полового вопроса и возмещая это новой примесью антикоммунизма, стал почти респектабельным и даже примиряется с церковью

Мало что нужно сказать о других направлениях в психологии, ибо, за исключением неврологической экспериментальной психологии, рассмотренной в главе II, современная психология представляет собой либо переделку на новый лад древнегреческой медицинской психологии, либо более или менее выхолощенный фрейдизм, обычно со значительной примесью мистицизма. Роль психологии в капиталистическом мире, как показывает уже рассмотренный нами пример индустриальной психологии (стр. 606), заключается в том, чтобы дать научное оправдание экономическим и политическим учреждениям. Она служит также тому, чтобы отбить у людей охоту пытаться изменить эти учреждения и чтобы они пренебрежительно отзывались об этих попытках как о плохом эмоциональном приспособлении. Как это ранее имело место у йогов и мистиков (стр. 105), поиски внутренней истины здесь также являются избыточным путем к пассивному принятию внешнего зла.

Философия и теология

Всякое рассмотрение развития общественных наук в капиталистическом мире XX века было бы неполным без известного обращения к областям *философии* и религии, или, точнее, теоретической основы религии—*теологии*, называемой в средние века королевой наук. Нельзя сказать, что и философия и теология являлись науками, сравнимыми с уже рассмотренными нами науками; они претендуют на гораздо большее; они содержат очень мало такого, что поддается какой-либо проверке. Философия и теология включены в наш обзор потому, что общественная наука в период капитализма все еще не до конца выделилась из этих идей и формулировок до научных форм мысли и чувств.

Теории, или теологии, всевозможных религий мира, особенно христианской религии, неоднократно изменялись в прошлом (стр. 151, 174) в ответ на изменения состояния общества. Они могут еще раз измениться или постепенно совсем исчезнуть в будущем. Невозможно сохранить мирозерцание, совершенно не гармонирующее с существующими условиями: бесполезно стараться привязать настоящее к прошлому в чьих угодно интересах. Именно в этом состоит существо реакции и ее интеллектуального приспешника—обскурантизма. Поскольку теология и философия пытаются сохранить устаревшее мирозерцание и привязать настоящее к прошлому, постольку они осуждают себя на бесплодность.

Хотя в прошлом философия и теология, подобно науке и религии, фигурировали как главные антагонисты в борьбе за человеческий разум (стр. 370), теперь их вполне можно рассматривать вместе. Ибо, будучи связанными в капиталистических странах интересами сохранения статус-кво, теология и философия, находясь в опасном положении, уладили большинство своих ссор в общих интересах борьбы против материалистической философии.

То, что обскурантизм и мистификация в религии и философии, повидимому, еще больше распространяются в «свободном» мире, чем это имело место пятьдесят лет назад, симптоматично для общего упадка интеллектуального уровня. В наше время мы являемся свидетелями повторения перехода от модного неверия к модной религии, который вызван тем, что господствующий класс был напуган Французской революцией. Теперь отступают гораздо дальше и более истерично, ибо современный правящий класс и его привлеченные напуганы больше, чем им подобные 150 лет назад. При всем том это отступление более поверхностно и лицемерно—отчасти потому, что значительно развившаяся за это время естественная наука должна была проникнуть в сознание всех людей, но еще более потому, что теперь имеется живая и растущая альтернатива пессимистическому обскурантизму капиталистического мира, которую нельзя больше игнорировать.

Интеллектуальный регресс XX века вовсе не характеризуется лишь возвратом к религии, о котором уже говорилось (стр. 596). Особенно в первые

годы после первой мировой войны казалось, что возрождается рационализм в форме процветающих философских школ: логического позитивизма Рассела и Венской школы Виттгенштейна и Карнапа, органицизма Уайтхеда, а также прагматизма и бихевиоризма Дьюи и Уотсона в Соединенных Штатах. Тем не менее новый позитивизм, несмотря на некоторые жесты неповиновения, не оказывал серьезного противодействия воскрешенному обскурантистскому течению; многие из последователей нового позитивизма даже присоединились к нему. Враг изменился—теперь это уже не церковь или идеалистическая философия, а действенный материализм Советского Союза. Своей логической критикой основ всякой истины позитивисты поколебали скорее веру человека в науку, чем в религиозные верования.

Партийность нейтральности

В прошлом, и особенно в XVIII веке, религия подвергалась нападкам ввиду абсурдности ее верований, но она продолжала существовать. Гораздо более глубокая критика религии была впервые полностью дана Марксом^{6.158a}. Теперь такая критика проникла даже в академические круги и затрагивает самую природу религии, а именно—природу ее общественного происхождения^{6.8}. В настоящее время широко признается, что взгляд на вселенную в целом и на место человека в ней, который традиционно выражался в теологии и философии, не является результатом ни абстрактной мысли, ни божественного откровения, а представляет собой простое отражение совокупного действия общественной традиции. Теология и философия были созданы человеческим обществом по своему образу и подобию.

Такое истолкование всегда энергично отвергалось официальными хранителями веры и учености—якобы во имя высшего знания, которое может быть полностью оторвано от общественного рассмотрения и дается лишь откровением, интуицией или чистым разумом, а поэтому объективно и абсолютно. Защита этого тезиса, на деле возвращающего нас к заре сознательной мысли и игнорирующего общественные успехи науки в течение веков, является всего лишь оборотной стороной общей мистификации, господствующей в кругах интеллигенции загнивающего общества. Официальные мотивы, по которым отвергается общественное истолкование философии и религии, нереальны. Подлинная причина отказа принять марксистское истолкование состоит в том, что подобный шаг предоставил бы возможность для нападков на существующую общественную систему. А в этом отношении немногие теологи и академические философы в капиталистических странах действительно беспристрастны. Их внешняя беспристрастность, выражающаяся в отрешенности от общественных вопросов, прикрывает то, что они безо всякого протеста принимают существующее положение. Этот вопрос хорошо освещен американским философом Бэрроуз Данхэмом в его книге «Человек против мифов»^{6.135}.

«Во всяком случае, ясно, что люди не могут больше позволить себе уклоняться от общественных действий или откладывать их на неопределенное время. Даже для простого дела познания мира правильно то, что там, где нет решимости, все остальное—туманность и бесполезность. Терпение, терпимость, беспристрастие и все подобные добродетели в действительности помогают, а не мешают решимости; и мы никогда не будем заниматься ими настолько исключительно, чтобы упустить из виду цели, которые эти добродетели призваны достичь».

Однако такая точка зрения оказалась опасной, и Данхэм был лишен кафедры в Темпльском колледже (Филадельфия) за преступное «интеллектуальное высокомерие», выразившееся в его утверждении, что он не обязан отвечать на вопросы Комиссии Палаты представителей США по расследованию антиамериканской деятельности. Приятно, однако, иметь возможность привести как признак лучших времен тот факт, что поступок этот был публично осужден Ассоциацией профессоров университетов.

В критическую стадию капитализма, вынужденного выбирать между войнами и экономическим крахом, даже такая степень нейтральности для некоторых академических философов кажется недостаточной; они теперь идут в первых рядах наиболее реакционных и неистовых нападков на социализм, особенно на его практическое воплощение в Советском Союзе. В настоящее время, как и в классический период, официальная философия является одним из внутренних средств защиты богатства и привилегий. Она является, так сказать, интеллектуальным сектором этой защиты, в то время как религия осуществляет надзор за сектором эмоций. Именно в настоящее время философия и религия в значительной мере уладили свои ссоры и объединяются ради взаимной поддержки.

Теперь в значительной мере стало безразличным, основываются ли аргументы на интуиции, вере, божественном откровении или на чистом разуме. Важнее то, что их объединяет, чем то, что их разделяет. Это общее заключено в самой основе утверждения о существовании внешнего и нематериального *бытия*, или *идеи*, существующей независимо от общества и не подверженной изменениям со стороны человеческих действий. Из подобных идей можно создать самые различные прелестные школы и системы, а эти системы можно разрекламировать, либо обращаясь к освященным веками традициям древних (как это делается сторонниками платоновской или томистской философии), или выдавая их за самые последние открытия ученых и математиков, которые-де видят сквозь обманчивую внешность вульгарной материи,—как это делается профессорами различных неопозитивистских и логико-позитивистских школ.

Их общая цель, обычно ясно не осознаваемая и весьма редко выражаемая открыто, состоит, как и цель их предшественников в Греции, Индии, Китае или в средневековом христианском мире, в том, чтобы сохранить свободу и привилегии культурного человека, брахмана или церковника и почти безоговорочно сохранить также и поддерживающую их общественную систему. Как и в прошлые времена, те, кто стоит у власти, готовы платить—ибо это стоит очень дешево—за интеллектуальную поддержку, которую обеспечивают им философы и теологи.

Слабость интеллектуальной реакции

Однако за кажущейся силой современных философских и религиозных убеждений скрывается роковая слабость. Именно в силу своей превосходной приспособленности к оправданию существующего положения они потеряли способность содействовать изменениям. Ни науки о природе, ни науки об обществе не могут воспользоваться этими философскими и религиозными взглядами для осуществления новых достижений. Как уже отмечалось (стр. 571), огромный труд математических логиков и позитивистов не принес никаких результатов в естественных науках. Большие успехи, достигнутые в наш век, получены в результате эксперимента, который, прямо или косвенно, был материалистическим экспериментом, тесно связанным с целиком материалистической технологией (стр. 409 и далее).

В общественной сфере миссия позитивистской философии была еще более явно отрицательной. Придерживаясь законов вербальной и символической логики, ее новейшие поборники смогли продемонстрировать, что положения, которые не являются ни аналитическими, подобно тавтологиям математики, ни эмпирическими, подлежащими проверке чувственными впечатлениями, должны быть бессмысленными^{6.3}. Этот тезис утверждает, что все, имеющее отношение к общественной науке, бессмысленно, и отрицает значение религиозных, моральных или эстетических ценностей. Отвергая категорию смысла для большинства тех положений, которые обычно считались положениями философии, этики или эстетики, позитивисты большей частью не имели своей целью дискредитировать эти дисциплины. Их целью было скорее свести свою собственную область рассмотрения к логике и простому опыту, а затем—

к одной только логике. Остальное они предоставляли действию веры или мистической интуиции, так как, к собственному удовлетворению, позитивисты доказали, что разум в этих областях бессилён. Последний раздел «Логико-философского трактата» Виттгенштейна озаглавлен «Мистическое» и оканчивается словами: «Где нельзя говорить, там надо молчать».

На таких курьезных условиях теперь установлен отвратительный союз между верой и разумом.

Из этого также не следует и то, что, давая отставку общественным вопросам, позитивистская философия достигла нейтральности в борьбе великих споров сегодняшнего дня—между идеализмом и материализмом или между капитализмом и социализмом. Совсем напротив: логика позитивистов, по существу, направлена против материализма; она легко и незаметно переходит от субъективного идеализма наблюдателя, которому «случаются» чувственные восприятия, к объективному идеализму Беркли, для которого мы все существуем в разуме божьем.

В социальной и политической области между позитивистом и теологом не существует никаких разногласий по всем практическим вопросам. Как первый, так и второй стремятся доказать невозможность рациональной и исторической оценки общества. Как первый, так и второй стремятся ограничить сферу человеческого познания и достижений. На место научного познания материального мира они тем самым ставят неосознанный или осознанный мистицизм. Как первый, так и второй в самом буквальном смысле слова являются *обскурантистами*. Подобные настроения способны только помочь реакции, какими бы прогрессивными и передовыми мыслителями ни считали себя их поборники. Они стремятся подорвать уверенность человека в своей способности понять свое общество и господствовать над ним и с помощью науки переделать внешний мир для того, чтобы он служил удовлетворению человеческих потребностей.

Именно здесь лидеры мысли «западной цивилизации» потерпели наиболее полный провал. Они не могут предложить новых решений важнейших проблем нашего века: решения проблем экономической неопределенности, колониальной эксплуатации и войны. Старое решение ныне означает не что иное, как вечное сохранение вооруженного до зубов и располагающего значительными полицейскими силами капитализма. Эта идея, под какими бы громкими ярлыками она ни скрывалась—«свобода», «демократия», «христианское наследие», «открытое общество» (the Open Society),—явно не способна вдохновить массы мужчин и женщин.

Лицемерие и бегство

Сознательное или бессознательное лицемерие никогда так не процветало, как ныне. Какой толк болтать об индивидуальной свободе в обществе, где почти все способы выражения мнений находятся в руках немногих богачей или покорных им правительств и где успех, средства к жизни и даже свобода зависят от благонамеренного образа мыслей? Какой толк болтать о равенстве возможностей в мире, где более половины людей лишены элементарных предметов первой необходимости, где эти люди голодают, болеют и остаются невежественными и где большинство остальной части населения ведет скучную и ограниченную жизнь? Какой толк болтать об этике и милосердии или о неприкосновенности человеческой жизни в условиях системы, основанной на эксплуатации этих людей ради выгод немногих и где основным источником прибыли является создание таких в высшей степени научных средств, которые будут рвать, сжигать или отравлять их.

Поэтому не удивительно, что во избежание столкновений с подобными неприятными вещами в современном мире следует сосредоточиться на созерцании вещей высшего порядка или, за неимением этого, позволить себе опуститься до всяких старых или новых форм мистической ерунды. Даже забытую

астрологию средних веков можно теперь использовать для получения дивидендов. Степень падения существующего в настоящее время уровня общего интеллектуального понимания, опустившегося ниже уровня, существовавшего сто или даже пятьдесят лет тому назад, может увидеть всякий, у кого еще есть желание убедиться в этом. Этот интеллектуальный уровень является ныне гораздо менее рациональным, здравомыслящим и обнадеживающим.

В капиталистическом мире надежду на будущее и веру в способность человека достичь его при помощи своих собственных усилий сохранила только постоянно растущая группа тех, кто освободился от ограничений этой декадентской и пессимистической философии. Многие из них основывали свои надежды на движении рабочего класса и принимали участие в великих битвах, более ожесточенных и чаще чем когда-либо прежде увенчавшихся победой. Некоторые из этих людей получили из такого опыта кое-какое представление об идеях, которые были задолго до того разработаны Марксом и Энгельсом. И они уже не одиноки. Многие из тех, кто не разделяет их философии и неодобрительно относится ко многому в их политической деятельности, чувствуют себя вынужденными выразить свой протест против того, что было сделано и что предполагается сделать от их имени.

Расовая дискриминация, колониальное угнетение, тяжкое бремя вооружений и, что хуже всего, перспектива всеобщего уничтожения с помощью водородной бомбы вызвали протест даже со стороны бывших сторонников «холодной войны». Многие поддерживали ее раньше только потому, что альтернатива «тоталитарного коммунизма», о которой им твердили, казалась им еще худшим злом. Но с появлением водородной бомбы даже это возражение потеряло свою силу. Одним из тех, кто считал, что мир может быть лучше всего обеспечен путем окончательной победы Соединенных Штатов, вооруженных атомными бомбами, был Бертран Рассел. Поняв в 1954 году, какими смертоносными возможностями обладает водородная бомба, и убедившись в том, что она будет использована в любой мировой войне будущего, он пришел к выводу, что всеобщее уничтожение было бы худшей альтернативой, чем коммунизм. Эти взгляды Рассел выразил в написанном им совместно с Эйнштейном письме и одновременно выступил с требованием организации встречи ученых—представителей той и другой сторон «железного занавеса» для обсуждения опасностей ядерной войны и средств ее предотвращения. Для Рассела это было весьма мужественным решением, и вызванный им отклик показал, что он выразил мнение, разделяемое многими другими людьми в мире науки и за его пределами.

И действительно, не говоря уже о самоубийственном характере ядерной войны, сейчас все труднее становится оправдать глубокое разделение мира. Новые советские руководители признали существование давно предполагавшихся нарушений законности и отступлений от демократии и, положив им конец, тем самым уже сделали серьезные шаги для возвращения к политике, обеспечивающей более полную свободу, и для изыскания гарантии против возможности повторения чрезмерного увеличения чьей-либо личной власти. «Холодная война», несомненно, лишилась сейчас своего видимого *raison d'être*. Прежние противоречивые представления о «холодной войне», зависевшие от того, с какой точки зрения на нее смотреть, утратили былую свою остроту; новые проблемы, в особенности проблемы, вставшие в Азии и Африке, отодвигают на второй план старые разногласия. Все более и более ощутимой становится роль Индии в ослаблении международной напряженности. Интеллигенция начинает понимать, чем мог бы быть мир без войны, и, в частности, как это первым отметил Сартр, тот факт, что отказ от «холодной войны» логически требует не моральной изоляции стран, а сотрудничества и взаимопонимания.

Такое понимание проблемы войны должно в первую очередь распространиться на то, что произошло в процессе строительства первого социалистиче-

ского государства—Советского Союза, этого грандиозного социального эксперимента, влияние которого отразилось на других социалистических государствах и далеко за их пределами. Это открывает перед наукой об обществе новые перспективы, ибо, как мы видели, общественные науки прошлого выросли в обществе, разделенном на классы, и неизбежно именно с ним они и должны были иметь дело. В мире социализма развиваются новые общественные формы, и при этом их развитие совершается значительно более сознательно, чем традиционные преобразования в прежних обществах. Мы являемся свидетелями зарождения социальной науки, которая может быть в равной степени как экспериментальной, так и аналитической.

13.6. ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ В МИРЕ СОЦИАЛИЗМА *

Этот раздел и два последующих должны по необходимости иметь несколько иную структуру, чем предыдущие, ибо в революционном и быстро изменяющемся обществе внимание должно уделяться в первую очередь актуальным общественным событиям, а теории, объясняющие их происхождение, могут быть сформулированы лишь несколько позднее. Раздел этот начинается с довольно пространного очерка истории Советского Союза, в котором описываются различные фазы развития социализма и влияние на него внешних факторов. В силу необходимости значительное место уделено в нем личности и правлению Сталина, тем последствиям, которые это правление имело для культуры и науки, а также изменениям в политическом курсе, последовавшим за его смертью. Все это служит фоном для введения раздела 13.7, описывающего развитие и нынешнее состояние различных отраслей общественных наук. В Советском Союзе, главным образом истории, политической экономии и педагогики. И, наконец, дается известное представление о следующем крупном шаге на пути перехода от социализма к коммунизму. Следующий раздел, 13.8, содержит соответствующий, но значительно более краткий обзор развития событий в европейских странах народной демократии и в Китайской Народной Республике; некоторое место уделяется также вкладу Индии и других, в прошлом колониальных стран в дело развития общественных наук.

В то время как в капиталистических странах философы, экономисты, историки и другие ученые, занимающиеся общественными науками, запутались в лабиринте тревожных событий кануна второй мировой войны и периода после нее, их коллеги в Советском Союзе были заняты совсем иными задачами, встретившись со множеством новых реальных проблем. Они сосредоточили свои усилия на материально-техническом и общественном созидании, на построении, невзирая на крайне расхолаживающие трудности, нового типа жизни—на фабриках, где рабочие были положительно и непосредственно заинтересованы в усовершенствовании производства; в колхозах; на вновь возникающих местных предприятиях в Средней Азии; в области здравоохранения и просвещения. Им также пришлось пережить трудности общества, которое в период своего становления осаждается внешними врагами и переживает внутреннюю борьбу.

Первое социалистическое государство

Сама революция и защита этой революции в первые критические годы существования нового Советского государства было делом коммунистической партии [первоначально, в 1903 году, большевистское крыло социал-демократи-

* Этот раздел заново написан профессором Дж. Берналом для 2-го английского издания книги. Автор излагает здесь также свою точку зрения на развитие общественной жизни в Советском Союзе после XX съезда КПСС и, как видно, пользуется при этом материалами опубликованными за рубежом.—Примечание Издательства иностранной литературы.

ческой партии, руководимое Лениным (стр. 582)]. На долю партии выпала труднейшая материальная и политическая задача восстановления экономики страны и отражения иностранной интервенции. Более того, она должна была выполнять эту задачу без чьей-либо помощи, а зачастую и при открытой или замаскированной враждебности бывших администраторов. Партия должна была немедленно открыть и использовать новые формы общественного устройства, отвечавшие требованиям такого общества, которого никогда раньше не существовало. Члены партии никогда бы не смогли довести до конца своего дела, если бы они не овладели ключом к пониманию динамики развития общества, если бы они не знали, каким образом развязать инициативу и способности миллионов людей для совместных действий. Этот ключ они нашли в теории Маркса и Энгельса, которую усвоили и обогатили на основе собственного опыта.

Создание многонационального государства — Советского Союза

Ленин, великий философ и стратег революции, показал себя столь же великим в построении основ новой цивилизации. Последним его деянием, безусловно, является создание Союза Советских Социалистических Республик (СССР)—нового типа многонационального государства. Планы создания такого государства были в значительной степени разработаны и проведены в жизнь коммунистической партией во главе с ее секретарем Иосифом Сталиным, который сам был грузинским революционером, обладавшим большим опытом и авторитетом. Национальная политика Советского Союза исходит из признания того, что нация, говоря словами Сталина, есть «**исторически сложившаяся, устойчивая общность людей, возникшая на базе общности языка, территории, экономической жизни и психического склада, проявляющегося в общности культуры**». В Советском Союзе каждая такая нация пользуется культурной и административной самостоятельностью и сотрудничает с другими входящими в него республиками в вопросах, имеющих значение для всей страны, в особенности в вопросах экономики и организации обороны. В целом эта система на протяжении почти всего времени своего существования действовала хорошо и справедливо, если не считать некоторых грубых нарушений в последние годы войны со стороны Сталина. Наименование таких республик, как Украина и Белоруссия, столь же мало отличающихся от Великобритании, как Уэльс или Шотландия отличаются от Англии,—национальными республиками представляло собой немногим больше, чем простое утверждение различий в диалектах и национальной истории. В области экономики вся Европейская Россия функционировала как единый организм. Центром его были вначале угольные и железодобывающие районы Украины, но благодаря своевременности и успешности советской политики децентрализации захват Украины немцами в ходе второй мировой войны не вызвал катастрофы. В отношении же вошедших в Советский Союз стран—таких, как бывшие царства Закавказья и среднеазиатские эмираты, которые уже давно сложились, эта система действовала в ущерб лишь России, ибо именно Российская республика производила средства производства, превратившие эти ранее отсталые районы в современные государства, имеющие свою собственную тяжелую промышленность и механизированное сельское хозяйство. Эти районы стали также самостоятельными центрами высшего образования, науки и национальной культуры.

Со временем национальная политика Советского Союза должна была оказать заметное влияние за его пределами. Она показала угнетенным национальностям колоний и зависимых стран всего мира самый наглядный пример. Они смогли увидеть, как можно на практике утвердить свое право на собственную культуру и выдвинуться без посторонней помощи в ряды быстро прогрессирующих современных промышленных наций. В этом заключается секрет новой уверенности в своих силах, которую обрели национально-освободительные движения в Азии, Африке и Латинской Америке. В самое недавнее время

эта политика явилась воодушевляющим стимулом для образования Бандунгского союза стран Азии и Африки, который в качестве составной части великой «зоны нейтральных стран» так сильно изменил мировую политику и положил конец острым разногласиям «холодной войны».

Плановая промышленность и коллективное сельское хозяйство

К 1928 году дело восстановления народного хозяйства продвинулось настолько, что стали возможными первые шаги в прокладывании новых путей. Объектом ожесточенных споров явился вопрос о том, что именно следовало делать и насколько быстрыми темпами. Хотя сейчас трудно с уверенностью сказать, что произошло на деле, все же представляется, что основное расхождение коренилось в глубоком различии между троцкистским авантюристическим тезисом о «мировой революции» и отстаиваемым Сталиным ленинским планом построения социализма в одной стране. Большинство партии пошло за Сталиным, и это было счастьем, ибо хотя цель Троцкого внешне и казалась более радикальной, она никогда не была бы достигнута в мире, где капитализм вновь стабилизировался; в будущем же это сулило еще на долгие годы отказ от построения социализма и в других странах. Отстояв ленинскую линию, Сталин утвердился как ведущий руководитель советской политики, хотя в течение долгого времени он не занимал никакого поста в правительстве, будучи только секретарем коммунистической партии. И хотя, как будет показано ниже, мы теперь узнали, что он грубо злоупотреблял своей властью, повидимому, в то время, когда он был ею облечен, его считали единственным человеком, обладавшим достаточной прозорливостью и остротой ума для того, чтобы провести в жизнь великие преобразования, которые признавались необходимыми.

Отстаиваемая Сталиным в борьбе с троцкизмом ленинская идея построения социализма в одной стране вначале казалась почти неосуществимой. И тем не менее она нашла свое воплощение в великой индустриализации, осуществленной на основе первого пятилетнего плана 1928—1932 годов, и в коллективизации сельского хозяйства, проведенной в 1930—1932 годах. Эта великая созидательная деятельность, сменившая эпоху разрухи и осуществленная в условиях нарастающей угрозы нового и еще более страшного нападения, впервые показала превосходство социализма на практике. Экономисты капиталистических стран начали с высмеивания обоих этих планов как фантастических и неосуществимых. Позднее, когда они уже не могли более отрицать их успеха, им оставалось критиковать лишь темпы, которыми эти планы проводились в жизнь. Однако, как будет показано ниже, такие темпы являлись абсолютно необходимыми для того, чтобы страна не попала в зависимость от иностранного капитала и не потеряла всякую возможность достичь социализма.

Выполнение этой задачи было в данном случае еще более затруднено тем, что оно совпало по времени с глубоким кризисом в капиталистическом мире, что повлекло за собой падение цен на вывозимое Советским Союзом продовольствие и сырье. Для того чтобы покрыть расходы по закупке машин для индустриализации страны, Советский Союз вынужден был продавать значительно больше, чем это первоначально предполагалось, и притом в такой момент, когда он меньше всего мог себе это позволить. Позднее ему пришлось направить больше средств на оборону, чтобы быть в состоянии противостоять нацистской угрозе. Несмотря на все это, преобразование страны было осуществлено, — и как раз во-время. Однако за это было заплачено слишком дорогой ценой, которая, судя по тому, что мы сейчас начинаем узнавать, возможно, являлась еще более высокой, чем это было необходимо для осуществления за несколько коротких лет столь радикального преобразования жизни многих миллионов людей. Впоследствии пример Китая показал, что по существу такое же преобразование могло быть осуществлено в столь же короткое время больше с помощью убеждения и меньше посредством принуждения. Но дело в том, что китайские

коммунисты получали действенную помощь со стороны Советского Союза и учитывали его успехи и ошибки, в то время как русские коммунисты решали, что им делать, впервые в истории.

Годы напряженности

Политика построения социализма в одной стране неизбежно усиливала враждебное отношение к Советскому Союзу. До тех пор пока Россия казалась слабой, великие капиталистические державы могли себе позволить бойкотировать ее и надеяться, что она падет из-за своих внутренних разногласий. Когда же оказалось, что она становится сильной и сплоченной, потребовались более активные мероприятия. Пугало коммунизма, изображаемого как чуждое и агрессивное вероучение, могло быть использовано для раскола рабочего движения. Позднее, пользуясь волной реакции, последовавшей за экономическим кризисом, оказалось возможным подготовить грандиозное военное нападение Германии на Советский Союз при экономической поддержке ее и замаскированном участии влиятельных кругов Соединенных Штатов, Англии и Франции.

Восемь лет, истекших с момента захвата Гитлером власти в 1933 году до его нападения на Россию, были для Советского Союза годами исключительного напряжения сил. С одной стороны, существовала необходимость ускорения темпов развития тяжелой индустрии и производства вооружения, а поэтому следовало воздержаться от повышения уровня жизни, с другой—охранять себя от проникновения врагов и от заговоров, так как в первые годы существования Советского Союза широко использовались германские эксперты. Именно в этот период подозрительность Сталина вышла за рамки, оправданные реальной опасностью. Следуя выдвинутой им теории обострения классовой борьбы, он требовал соблюдения величайшей бдительности и строгости, поощряя, повидимому, с этой целью, нарушавшую законы деятельность органов госбезопасности. Тем не менее, поскольку внешняя опасность была достаточно очевидной, мероприятия, которые в нормальное время были бы нетерпимыми, тогда принимались как печальная необходимость.

Строительство новой цивилизации

Почти невероятным контрастом по сравнению с этими тяжелыми событиями были темпы строительства и роста производства, которые ни на минуту не снижались. Сеть учреждений народного образования и здравоохранения была значительно расширена, и мирная эволюция общественной жизни продолжалась во всех направлениях. Быть может, именно то обстоятельство, что энергия и интересы большинства наиболее талантливых людей в стране были поглощены этими созидательными задачами, и помешало им действительно заниматься политическими проблемами, которые, казалось, не затрагивали их так непосредственно. Сейчас кажется удивительным, каким образом за это время, несмотря на наличие угрозы извне и напряженности внутри страны, была проделана такая огромная, полезная, фундаментальная работа, заложившая основы для обороны страны и для восстановления ее хозяйства после войны. Достижения подобного рода вселяют твердую уверенность в творческие силы народов Советского Союза и преимущества их экономической системы. К тому же проникательные наблюдатели за границей начали к этому времени понимать, что произошедшее в Советском Союзе было чем-то большим, чем простым свержением тиранической и негодной системы, что здесь росла новая цивилизация. Это выражение заимствовано из обширного труда Вэббов—«Советский коммунизм—новая цивилизация»^{6.178a}. Их детальное исследование содержало первую серьезную оценку событий в Советском Союзе социологами-немарксистами. Против этой работы выдвигалось то возражение, что авторы ее видели скорее формы, чем реальную действительность, и что они не сумели распознать жестокость и бюрократичность сталинского управления государством. Однако вернее будет сказать, что они видели вещи, имевшие

решающее значение, и сознательно не принимали во внимание временных злоупотреблений системы, которая, как они ясно сознавали, была по существу своему здоровой и могла—в соответствующий момент—освободиться от этих недостатков и в полную меру развить свои возможности.

Вторжение гитлеровских войск и его отражение

Давно подготавливавшееся нападение Гитлера на Советский Союз было оттянуто с помощью ряда политических и военных мероприятий, в результате которых, вместо того, чтобы возглавить всеобщий антикоммунистический крестовый поход, Гитлер в конце концов оказался лицом к лицу со всем остальным миром, при наличии всего нескольких слабых и ненадежных союзников. Сейчас создается впечатление, что Сталин был настолько уверен в успехе своей гибкой дипломатии, что полагал, будто ему удалось вообще устранить всякую угрозу нападения, и слишком подозрительно относился к своим бывшим противникам и будущим союзникам, чтобы внять их предостережениям. Быть может, именно этим и объясняются относительно неудачные действия советских вооруженных сил на протяжении первых месяцев войны.

Однако картина эта скоро изменилась, и мир с удивлением и облегчением увидел подлинную силу и возможности нового социалистического государства. На протяжении долгих лет всему миру внушали, что Советская Россия является безнадежно слабой, промышленно отсталой страной, стоящей на грани внутреннего краха, и что немецкие армии пройдут через нее, как нож сквозь масло.

События доказали обратное. Красная Армия и весь советский народ приняли на себя главный удар хорошо подготовленных к войне немецких армий и, понеся в ходе войны крайне тяжелые потери, с боями отогнали их обратно к Берлину. Однако только героизма было бы для всего этого недостаточно; победа Советского Союза была обусловлена наличием прочной индустриальной базы и исключительной гибкостью в изыскании новых средств обороны и наступления.

Современная война представляет собой решающее испытание технического уровня и морального единства страны. Гитлеровская военная машина, после первых легких успехов, потерпела в конце концов поражение потому, что не имела за собой ничего, кроме монополистически-капиталистического режима, подорванного коррупцией и интригами. Несмотря на великолепную немецкую технику, звериный фанатизм нацистов и жесткие боевые традиции их армии, режиму этому недоставало сплоченности руководства и, в конечном счете, устойчивости. Подвиг же Советского Союза показал преимущества общественной солидарности, которую принесла с собой революция, а также инициативы и находчивости, обретенных в период социалистического строительства. Советский народ каждый рубль с сожалением расходовал на войну, но он шел на это с решимостью и уверенностью в том, что как бы ни были велики его потери, он выйдет из войны победителем. Эти потери были ужасны и превосходили все, что мы могли бы себе представить; все города и большинство деревень в наиболее богатой промышленной части Советского Союза были сожжены до тла; заводы, построить которые на пустом месте стоило двух десятков лет напряженных усилий, были вновь превращены в пустыри; в оккупированных районах немцы обращались с населением, как с преступным сбродом, люди умирали с голоду, их расстреливали, угоняли в трудовые лагеря, из которых возвращались лишь очень немногие; и, что хуже всего, страна потеряла пятнадцать миллионов человек убитыми, почти каждая семья носила траур.

Я хорошо помню, как в 1949 году, когда я говорил о восстановительных работах такого размаха и осуществленных настолько успешно, что нельзя было заметить никаких следов разрушения, мне был задан вопрос: «А кто воскресит наших погибших друзей?»

Послевоенное восстановление и «холодная война»

Непосредственно последовавший за войной период с 1945 по 1950 год был особенно тяжелым временем. Надо было устранить огромные материальные повреждения и возместить потери, понесенные во время войны гражданским производством, и все это—при сокращении рабочей силы на несколько десятков миллионов рабочих рук. Наряду с этим значительно возросли военные и политические обязанности советского правительства. Едва только миновала германская угроза, как перед ним возник Атлантический союз «холодной войны», вооруженный атомной бомбой. Внутри страны обстановка была исключительно сложной, так как надо было решать вопросы о судьбах демобилизованных солдат, об освобожденных военнопленных и об известном числе людей, которые, в большинстве случаев против своей воли, сотрудничали с немцами. Народ устал от войны. Погибли плоды десятилетнего изнурительного труда, и все нужно было начинать сначала. Тем не менее это было сделано; через пять лет страна была столь же, если не более, могущественной, чем когда-либо до тех пор, и совершенно готовой двигаться вперед еще быстрее, чем прежде.

Однако именно в этот период усилия с целью сплотить народ приняли ненормальные формы, в результате чего эти усилия мало что дали для страны; за границей это привело к уничтожению немалой доли того доброжелательства, какое либеральная интеллигенция испытывала по отношению к Советскому Союзу во время войны, чем не преминули тотчас же воспользоваться поборники «холодной войны». Сама по себе цель этих усилий была хорошей—они были направлены на то, чтобы вернуть народу Советского Союза его веру в способность собственными силами справиться с огромными задачами восстановления хозяйства и нового строительства. Но использовавшиеся при этом методы были грубыми и до известной степени саморазрушительными. С одной стороны, это был своего рода культурный шовинизм, превозносивший не только все советские достижения, но и все русское и пренебрегавший достижениями других народов. С другой стороны, это была попытка мобилизовать культурные силы в искусстве, литературе и науке на осуществление узкого круга безотлагательных задач независимо от того, насколько подходящи, насколько готовы или, наконец, способны те или иные деятели культуры к их выполнению. Такое администрирование имело самые вредные последствия в области архитектуры, живописи, музыки и литературы, расхолаживая, но не удушая таланты и часто приводя к созданию произведений, ни уму ни сердцу ничего не говорящих или претенциозных.

В науке, более тесно связанной с промышленностью, эти последствия были значительно менее тяжелыми.

Предпосылки дискуссии по генетике

Однако самый яркий пример взаимозависимости, существовавшей в тот период между соображениями политико-идеологического и практического порядка, имел место в биологической науке. Речь идет о широкой дискуссии по генетике (стр. 506 и далее). Фактически самым важным в этой дискуссии был не научный ее аспект. Ее политическое значение—вот что волновало людей внутри и за пределами Советского Союза. Я уже говорил об одном аспекте этой проблемы в том смысле, что мичуринские методы доказывали возможность непосредственного вмешательства человека с целью быстрого изменения природы на благо общества.

Негативной стороной этого вопроса был тот факт, что косный взгляд, утверждавший господство наследственности над средой, был связан с расовыми теориями нацистов. В период войны и непосредственно после нее идеи Лысенко отвечали не только настроениям народных масс, но и соответствовали политике правительства. Считалось, что это была подлинно русская теория—мичуринская, воспринятая у Мичурина воспитанником молодой советской науки—Лысенко. С ее помощью можно было показать враждебному внешнему миру,

насколько он ошибается, и одновременно доказать тот тезис, что ничто не является невозможным для нового советского человека. На этой стадии ни правительство, ни партия не занимались этим делом, а Лысенко не был даже членом партии. К тому же сама мичуринская теория ни в каком отношении не была продуктом марксизма. Ее поддерживали только один-два марксистских философов, и притом не самые влиятельные.

И тем не менее новые теории так хорошо согласовывались с господствовавшими настроениями и политикой, что атмосфера, в которой проходили обсуждения среди ученых, исключала беспристрастную оценку приводимых аргументов. Верх одержали энтузиасты, в большинстве случаев плохо осведомленные. Для того чтобы добиться своего, Лысенко не было никакой необходимости ссылаться на одобрение Центрального Комитета партии, но он его процитировал и вменял это учреждение в дела, которые выходили далеко за пределы его компетенции. Неоправданными были также отстранения и перемещения ученых, а также изменения в методах преподавания. Я воспринял их в то время с сожалением, но мне не следовало защищать их. Там, где государство глубоко вникает в вопросы преподавания и научного исследования и где оно справедливо заинтересовано в обеспечении наилучших их результатов, оно может с этой целью вмешиваться в дело, но только по рекомендации самых авторитетных научных сил и ни в коем случае не так, чтобы при возникновении спорного вопроса была представлена только одна точка зрения. Сейчас это положение получило в Советском Союзе признание. Лысенко уже не является президентом Академии сельскохозяйственных наук, и хотя его методы продолжают преподаваться, они подвергаются открытой и даже резкой критике. Все генетики-менделисты, насколько мне известно, возвращены на посты не менее важные, чем те, с которых они были сняты. Вопрос о Н. И. Вавилове все еще окончательно не разрешен, причины его увольнения все еще неясны, но, насколько я знаю, против него никогда не выдвигалось какого-либо обвинения политического характера, и его выдающиеся научные заслуги были недавно еще раз официально признаны. Я уделил дискуссии по генетике так много места потому, что она явилась самым характерным и наиболее серьезным выражением тенденций в области науки периода, непосредственно следовавшего за окончанием войны. В течение некоторого времени казалось, что подобное же дискуссии затронут и другие отрасли науки, но они развивались медленно и прежде чем смогли вылиться во что-то серьезное, вся политика Советского Союза в области культуры стала гораздо более мягкой.

Оттепель

Изменения во внутренней и внешней политике Советского Союза произошли года за два до смерти Сталина. Предпринятые в 1951 году по советской инициативе переговоры о перемирии в Корее ознаменовали конец самой бурной фазы «холодной войны». Созыв в 1952 году XIX съезда Коммунистической партии, первого съезда после 1938 года, явился признаком того, что потребность в напряжении и аскетизме послевоенного периода уменьшилась и что те, кто хотел более мягкого режима, при условиях производства большего количества товаров народного потребления и большей свободы дискуссий и критики, считали материальные условия для этого более благоприятными. Однако при жизни Сталина нельзя было ожидать сколько-нибудь коренного пересмотра политики; и даже в течение нескольких месяцев после его смерти, последовавшей в 1953 году, никаких резких изменений не произошло. Решающий перелом наступил с разоблачением Берия и реорганизацией системы госбезопасности. Насколько положение изменилось, стало ясным, когда Маленков, после ухода его с поста Председателя Совета министров, продолжал занимать пост министра. Но это не привело—как на то надеялись враги Советского Союза—к ряду насильственных перемен в правительстве, которые, по их мнению, должны были подорвать единство партии и государства сразу же после смерти Сталина.

Начиная с 1953 года наблюдается все более быстрое ослабление политической напряженности внутри страны, проявляющееся в амнистиях и реабилитации заключенных, а также в восстановлении в значительной степени свободы слова и критики, свободы, которая в области науки и культуры является, по-видимому, почти полной. В экономике—как в промышленности, так и в сельском хозяйстве—это означало значительную децентрализацию. Во внешней политике последние несколько лет мы были свидетелями примирения с Югославией и смягчения острых конфликтов холодной войны, которое выразилось в заключении Австрийского договора, в окончании войны в Индокитае и встрече глав государств в 1955 году. Инициативу во всем этом проявляла советская сторона. На словах она была воспринята западными державами хорошо, на деле же им похвастаться пока еще нечем. Вплоть до настоящего времени (до 1956 года) не достигнуто никакого прогресса в связанных между собой проблемах восстановления единства Германии и разоружения. Логика, гласящая о том, что война с применением водородной бомбы самоубийственна, еще не одержала верх над капиталовложениями в военную промышленность (стр. 692), и одностороннее мероприятие советского правительства, демобилизовавшего почти два миллиона человек, не встретило никакого отклика. Сейчас еще рано оценивать все значение этих изменений или предрекать, как далеко они должны еще пойти, однако тот факт, что они ведут к новой, более свободной эпохе, совершенно очевиден, как очевидна и их популярность в Советском Союзе и во всем мире.

XX съезд КПСС

На XX съезде Коммунистической партии Советского Союза были выявлены оба аспекта новой эпохи—непрерывность быстрого экономического развития и разрыв с прошлым в области внутренней и внешней политики. В области экономики шестой пятилетний план провозгласил ускорение темпов развития промышленного производства и расширение сельскохозяйственного производства. Сюда входит создание крупной промышленной базы в центральной Сибири и дальнейшее освоение целинных земель в степях Казахстана при высоком уровне механизации всех процессов—план, для осуществления которого много сделал Хрущев. Эти задачи, при наличии современной крупной промышленной базы и большого количества квалифицированных рабочих и ученых, могут быть выполнены без особого напряжения. Возрастет также объем товаров народного потребления, и в том числе продовольствия; приняты меры к повышению зарплаток низкооплачиваемых рабочих и колхозников и к увеличению пенсий. Важным показателем будущего прогресса является упор на развитие в широких масштабах производства атомной энергии, особенно в отдаленных районах, и быстрое развитие автоматизации (стр. 452), для чего создано специальное министерство. Эти решения свидетельствуют о том, что Советский Союз находится в авангарде общего движения к научно-промышленной экономике. То обстоятельство, что именно ему суждено было занять в нем ведущее положение, обеспечивалось далее его мероприятиями по развитию народного образования, согласно которым среднее образование для молодежи в возрасте до 17 лет должно было стать всеобщим, а высшее образование, главным образом научное и техническое, должно было распространиться почти на половину всей молодежи. Принимая во внимание все, что было сделано в прошлом, и зная ту прочную базу, которая была заложена в тяжелой индустрии, никто, даже в капиталистических странах, на этот раз уже не сомневался в том, что Советский Союз в состоянии выполнить этот план и добиться к концу его срока еще больших достижений.

Другие аспекты

В политической области XX съезд КПСС ознаменовал заметный поворот, в частности в позиции Советского Союза по отношению к миру и социальной

эволюции за границей. Была подтверждена возможность мирного сосуществования с капиталистическими державами, не ограниченного каким-нибудь сроком. Кроме того, был подчеркнут тот факт, что страны могут идти к социализму различными путями, которые не обязательно должны быть насильственными. Было также отмечено, что с появлением большой группы нейтральных стран—бывших колоний изменилось скорее соотношение влияний на мировой арене, чем соотношение сил, и что Советский Союз и другие социалистические государства уже не находятся больше в изоляции.

Развенчание Сталина

Событием, которое в то время затмило конструктивные и политические аспекты XX съезда КПСС, было сообщение Хрущева на специальном заседании съезда о преступлениях и злоупотреблениях, совершенных в период, когда Сталин руководил государством, то есть на протяжении последних двадцати лет его жизни. Пока еще слишком рано судить о полном значении имеющихся в настоящее время сведений, однако очевидно, что они влекут за собой переоценку всего исторического периода и поднимают проблемы большой политической важности. Попытка дать им объяснение—пусть даже явно предварительного характера—является настоятельно необходимой хотя бы уже потому, что деятельность Сталина—отчасти в результате сознательно поощряемой им политики—стали отождествлять со всем развитием и обороной Советского Союза на протяжении самого критического периода его истории. Жизнь и деяния Сталина, его достижения, не в меньшей мере, чем его ошибки и незаконные действия, должны анализироваться в связи с событиями в Советском Союзе и во внешнем мире. Советский Союз был первым в мире социалистическим государством. Его народы должны были собственными силами построить новый тип общества, отыскивая пути этого строительства в самом процессе его осуществления. Вся его история была историей огромных созидательных усилий в условиях постоянных внутренних трудностей как естественного, так и общественного порядка, а также крайне враждебного отношения со стороны капиталистов, выразившегося в войнах, экономических блокадах, постоянной враждебной пропаганде и попытках проведения подрывной деятельности. Чтобы быть в состоянии выдерживать все это и построить новую цивилизацию в обстановке таких трудностей, требовались такая решительность и дисциплина и такая выдержка, каких не знал до этого ни один народ. Всегда, даже при жизни Ленина, было ясно, что при этом, как Ленин сам подчеркивал, могут быть допущены ошибки. Раньше мы не знали масштабов этих ошибок, их жестокого и преступного характера, не знали о настаивании на них и о том вредном влиянии, которое они оказали на все развитие Советского Союза. Власть Сталина была на протяжении всего периода начиная с 1928 года настолько доминирующей, что он должен нести главную ответственность за эти ошибки и в особенности за эксцессы в деятельности органов госбезопасности, а также за незаконные аресты и казни тысяч людей, которым зачастую приписывались мнимые преступления. Отступления от демократии, особенно усилившиеся в последние годы жизни Сталина, были совершенно чужды справедливым и гуманным идеалам социализма и придали заверениям Сталина о верности последним лицемерный характер. Подчинение слепой ортодоксальности, которого он требовал, оказывало удушающее влияние на мысль и препятствовало развитию искусств и гуманитарных наук. И все же становится очевидным, что нельзя свести всю историю к одному этому. Сталин должен был обладать выдающимися способностями, в противном случае его продолжительное правление привело бы Советский Союз к гибели. Он никогда не шел на уступки международному капиталу. Никогда не подлежала сомнению и его глубокая преданность экономическим целям социализма. Если судить по одним только результатам, то в период сталинского руководства государством была построена экономика этой страны и нанесено поражение ее самым оголтелым вра-

гам. В момент смерти Сталина Советский Союз был во много раз сильнее и влиятельнее, чем в то время, когда он начал им руководить, и пример СССР указал другим народам путь к социализму. Способности Сталина как политического руководителя, несомненно, обеспечили ему на протяжении четверти века действенную поддержку народа как в мирное время, так и во время войны.

Это внутреннее противоречие в характере одного человека не может быть понято при статическом противопоставлении добра и зла. Главная трагедия Сталина состоит в том, что она представляет собой развитие различных аспектов личности на протяжении всей жизни, развитие, проходившее под давлением внешних обстоятельств, которые с течением времени выдвинули почти на первый план худшие черты его характера—его жестокость и неумолимость. Несомненно, что эти его черты были заметны уже в начале его политической деятельности. Ленин предостерегал против его капризности, грубости, нетерпимости и нелояльности к товарищам по работе. Тем не менее это предостережение сознательно не было принято во внимание Центральным Комитетом партии, поскольку члены его считали, что один только Сталин обладал глубоким пониманием марксистской теории и способностью воплотить ее в действия, чего требовали стоявшие перед ними огромные задачи. На протяжении некоторого времени их выбор полностью себя оправдывал. На Сталине лежала главная ответственность за проведение в жизнь экономической политики Советского Союза—индустриализации страны и коллективизации ее сельского хозяйства. В нем, как ни в ком другом, сочетались качества творческой прозорливости в выдвижении новых планов с решимостью и осторожностью при проведении их в жизнь.

Эти огромные успехи, представляющие собой непреходящий вклад в экономическое развитие человечества, были достигнуты в ожесточенной борьбе как против реакционных сил, стремившихся помешать общественным преобразованиям, так и против лишенных чувства реальности «теоретиков», отстаивавших слишком высокие темпы развития. Однако именно в этой борьбе Сталин, в своем стремлении скорее достичь результатов, начал применять методы, которые должны были позднее развиться в самые серьезные злоупотребления. С несомненной целью эффективных координированных действий он усилил весь аппарат власти таким образом, что это ослабило демократический по своей сущности характер советской системы. Это было основной слабостью Сталина, прикрывавшейся иллюзией силы. Каким бы сложным и угрожающим ни было положение, какие бы крайние меры ни требовались для того, чтобы с ним справиться, Ленин всегда доверял народу, прислушивался к его голосу и ничего от него не скрывал, так что народ понимал его и связывал с ним свои чаяния и надежды.

Сталину не хватало для этого мужества, скромности и любви к народу. Перед лицом трудностей и опасностей того же порядка он скорее требовал, чтобы народ ему верил. Занимаясь лишь централизованным управлением делами государства, он потерял также непосредственный контакт с происходившими событиями, слишком полагаясь на информацию других. Эта авторитарная практика считалась, однако, средством временного характера и никогда не возводилась в принцип. И действительно, *принцип вождизма* отвергался со всей ясностью. Сталин требовал от людей величайшего напряжения сил и инициативы, однако в общих чертах лишь в том направлении, которое предписывал он сам, почти ни с кем предварительно не советуясь.

После того как в Германии Гитлер пришел к власти, тенденции к эффективной диктатуре в Советском Союзе чрезвычайно усилились в связи с новой угрозой войны и деятельностью иностранной агентуры. Для борьбы с ней требовались большие силы госбезопасности, к тому же Сталин, склонный к подозрительности, выдвинул теорию обострения классово-борьбы по мере приближения к социализму—теорию, приведшую его к тому, что в его представлении число врагов социализма непомерно возросло. Отождествляя себя с государ-

ством, он не проводил различия между политической оппозицией и государственной изменой. Он позволил органам госбезопасности попираť закон и, по-видимому, даже поощрял их к этому, в результате чего были арестованы и казнены тысячи людей, что навсегда останется пятном на его имени. С этого же времени ведет свое начало и культ личности. Поскольку эффективной демократии не существовало—что оправдывалось интересами государственной безопасности,—широко ощущалась необходимость в каком-то одном человеке, на которого можно было бы положиться в трудных, зачастую казавшихся отчаянными положениях. Сталин, став преемником Ленина, поставил себя в положение такого человека, и его роль была преувеличена непомерно, особенно когда он достиг преклонного возраста. В меньшей степени этот ныне осужденный «культ личности» распространялся и на других руководителей правительства. Во многих сферах деятельности, в особенности в области литературы и искусства, а также в науке культ личности оказался главным фактором подавления инициативы снизу и навязывания догматической ортодоксальности.

Было бы, однако, абсолютно неправильным под впечатлением злоупотреблений, допущенных Сталиным, забывать, что положительные стороны его деятельности никогда не затмевались отрицательными. Даже принимая в расчет преувеличение его роли в войне и имея в виду некоторые его слабости, надо признать, что он был объединяющим началом в организации отпора Гитлеру. В то время демократы всех стран мира были счастливы, что могли опереться на мощь и решимость Советского Союза, который остановил наступление Гитлера и избавил мир от угрозы воинствующего нацизма. После войны Сталин вдохновлял восстановление страны, хотя в этой области некоторые из его планов были столь грандиозны, что для их выполнения потребовалось бы чрезмерное напряжение сил. Он сохранял всю творческую силу своего ума, как это показывает, например, пропаганда им всеобщего высшего образования. В самом деле, мы видим, что в ходе дискуссии по языкознанию^{6,174}, проводившейся за два года до его смерти, он требовал свободы обсуждения и осудил принудительную ортодоксальность, ответственность за которую несла возглавляемая им система управления государством. Как это ни парадоксально, можно было бы утверждать, что даже «десталинизация» была начата Сталиным.

Именно эти конструктивные аспекты практической деятельности и сочинений Сталина делали людей на протяжении стольких лет слепыми к его недостаткам и преступлениям. Я сам, несомненно, принадлежал к числу таких людей в значительной степени потому, что очевидные положительные достижения Советского Союза, в которых я мог убедиться на основе своего личного знакомства с этой страной, приписывал главным образом руководству Сталина. Я, как и миллионы людей во всем мире, считал его идеальной личностью—воплощением воли и целеустремленности народов Советского Союза. Я знал, что сама система имела недостатки, хотя и не представлял себе их масштабов; но я объяснял их теми трудностями, с которыми неизбежно сталкивается новое, развивающееся общество.

И действительно, то, в какой мере—на каждом из различных этапов развития этого общества—положительные его достижения должны быть приписаны народным массам, а его недостатки и жестокости—Сталину, по-прежнему остается сомнительным. Никто еще не в состоянии дать здесь правильную картину, однако сделать это чрезвычайно важно, поскольку это затрагивает самую суть марксизма и специфические проблемы управления государством (которые Маркс и Ленин могли предвидеть только в общих чертах) в период построения социализма и перехода к коммунизму. Необходимо не просто восхвалять или осуждать, а глубже понять взаимоотношения между личностями и социальными движениями в условиях быстро изменяющегося общества, и это составляет одну из главнейших задач политической науки. В той мере, в какой эта задача решена, необходимо сделать предостережения и извлечь уроки для будущих

действий. Несомненно, что никто из тех, кому дорого дело человеческого благополучия, не может не испытывать по меньшей мере глубокой сердечной боли от сознания всех страданий и несправедливостей, которые омрачили этот первый эксперимент по созданию социалистического государства. Но те же события могут принести врагам социализма весьма мало утешения, ибо совершенно очевидно, что, несмотря на все внутренние и внешние трудности, Советский Союз выдержал испытания и показал достаточно внутренней силы для того, чтобы начать исправлять свои ошибки.

Расширение демократии

В период после XX съезда КПСС были предприняты определенные шаги с целью предотвратить всякое возрождение условий, в которых стало возможно возвеличение власти Сталина. Возникло движение за возвращение к ленинским принципам управления государством. Было восстановлено коллективное руководство и расширена демократия, в первую очередь внутри партии. В целях более полного обеспечения гражданских свобод, провозглашенных Советской Конституцией, были проведены некоторые политические и правовые мероприятия. Свобода в выборе работы, которая раньше была ограничена, ныне восстановлена полностью. Каким будет дальнейшее развитие, сейчас говорить еще слишком рано. Очевидно, что в Советском Союзе в области культуры и политики происходят значительные изменения, которые направлены на расширение свободы и на дальнейшее развитие подлинной демократии в области управления государством. Имея иную экономическую основу, такая демократия и по форме неизбежно отличается от демократии, развившейся в капиталистических странах. Будучи уже с момента своего возникновения свободной как от явного, так и от скрытого контроля власти денег, она представляет всему народу право участия в руководстве всеми областями общественной жизни—экономической, политической и культурной. Очевидно, что прочная и развивающаяся экономика в условиях ослабления международной напряженности открывает все пути для дальнейшего совершенствования Советского государства.

13.7. К НОВОЙ НАУКЕ ОБ ОБЩЕСТВЕ

Тот факт, что в Советском Союзе покончено с культом личности и происходят важные изменения и что эти последние находятся на самой ранней своей стадии, затрудняет и делает нецелесообразным детальное рассмотрение нынешнего состояния общественных наук в этой стране. Однако в сших чертах мы можем проследить историю их развития, уделяя особое внимание новым направлениям общественной мысли.

Материальное и политическое положение ученых-специалистов в области общественных наук в Советском Союзе и в капиталистических странах глубоко различно (см. стр. 676). Но это лишь одна сторона различий между этими науками в мире социализма и в мире капитализма. При царизме марксисты, естественно, никогда не играли большой роли в официальных и культурных кругах. Приход к власти правительства, которое опиралось в значительной степени на промышленных рабочих, вдохновленных марксизмом, в течение долгого времени не мог не привести к созданию в России общественных наук на базе марксизма. Марксизм, который был до этого доктриной преследуемого меньшинства, действительно получил официальное признание. Однако было бы неправильным рассматривать общественные науки в России как прямое продолжение революционной марксистской традиции. Вначале был необходим процесс ассимиляции, тем более медленный, что все наиболее способные марксисты со времени революции и позже были заняты решением по преимуществу административных и политических задач.

На первой фазе марксистские идеи были усвоены уже сформировавшимися учеными—специалистами в области общественных наук, и только после двадцати лет советской власти появилось молодое поколение, воспитанное в духе марксизма. Преданность делу строительства Советского Союза и даже энтузиазм не обязательно предполагали понимание или признание марксистской теории. Отчасти это было обусловлено догматизмом и сектантством некоторых марксистов-профессионалов. Они не могли понять, что неотъемлемое требование марксизма состоит в том, что применение марксистских принципов для объяснения каких-либо особых областей должно одновременно означать самое полное изучение этих областей и что в процессе применения сами эти принципы неизбежно претерпевают модификацию. Вместо этого догматики продолжали применять эти принципы грубо, и марксизм завоевывал свое место лишь очень медленно даже в области общественных наук, которые должны были больше других выиграть от его использования.

Сам предмет этих наук—человеческое общество, его культура и институты—подвергся коренным изменениям в результате революции и продолжал развиваться более или менее быстро в последующие годы. Это неизбежно порождало потребность в новых методах изучения и открывало путь для более творческого использования идей марксизма. Ученые—специалисты в более старых науках: истории, антропологии и филологии—могли продолжать свою работу более или менее обычным путем, хотя и с учетом новых веяний. Экономисты же должны были начинать свои исследования заново, с базиса, который в корне отличен от капиталистической экономики, подчиненной стихии рынка и погоне за прибылью. При этом они являлись уже не наблюдателями, а практическими участниками создания новых экономических форм и проведения мероприятий, которые были охарактеризованы классиками марксизма лишь в самых общих чертах. Что касается сравнительно новых отраслей знания—социологии, психологии и педагогики,—то в Советском Союзе эти отрасли никогда не развивались в столь академическом плане, как в капиталистических странах, и работа их представителей была лишь частью практической деятельности по созданию нового общества и воспитанию его членов. Политическая наука была в еще большей степени растворена в текущей политике. В развитии марксистской философии (см. стр. 576 и далее) произошло—в определенных пределах—то же самое. Как ни парадоксально, но с того времени, когда у власти встали правительство и партия, руководствующиеся марксизмом, философия, будучи слишком тесно связана с политикой, проявляла гораздо меньше оригинальности и слабее развивалась, чем в то время, когда марксисты находились в оппозиции к существовавшему тогда строю. Такое положение, которое само по себе противоречит всему духу и методу марксизма, в своем худшем виде имело место в последние годы жизни Сталина. Можно надеяться, что отныне философия в Советском Союзе вступит в период радикального и действенного возрождения.

Значит, принимая все это во внимание, из изучения действительного развития советского общества можно, вероятно, почерпнуть больше, чем из изучения выводов академической общественной науки. Там, где все должно быть подвергнуто изменению и обновлению, вместо ученых—специалистов в области общественных наук существуют тысячи людей-практиков, которые даже не знают о том, что они являются учеными-социологами, которые в своей жизни и работе преобразуют и создают формы общественной жизни и которые узнают, в меру своих сил—из своих достижений и ошибок,—каковы пределы возможного в отношениях между людьми. Ввиду этого естественно, что пока люди заняты практическим преобразованием своего общества, вырабатываемые ими теории—поскольку они высказаны—должны быть скорее всего несложными. Действительное научное изучение общества должно начаться тогда, когда изменения хотя бы немного улягутся и появится осознание сложившегося типа общества. Однако здесь моя критика, возможно, лишь выдаст мою неосведом-

ленность, так как я прочел лишь ту небольшую часть произведений советской общественной науки, которая была переведена на английский язык, а мой опыт, почерпнутый непосредственно в Советском Союзе, касался по преимуществу естественных и технических наук. Однако следует рискнуть и составить хотя бы неполное суждение, так как проблемы развития общественных форм и общественных наук в Советском Союзе и их отношения к общему вопросу о социальных аспектах науки настолько важны, что их нельзя оставить без рассмотрения. В настоящее время нельзя дать полностью удовлетворительное изложение этих проблем даже на основании советских источников, ибо упущения и искажения, порожденные принудительной политической ортодоксальностью эпохи Сталина—особенно в науках о человеке и обществе,—ныне только еще обнаруживаются и исправляются. Поэтому я буду в этом отношении по мере возможности основываться на беспристрастно проверенных фактах и на своих собственных впечатлениях от многочисленных поездок в Советский Союз и от бесед с советскими учеными-социологами.

Несмотря на все эти оговорки, становится очевидным тот факт, что именно в Советском Союзе развивается новая наука об обществе, влияние которой в большей или меньшей степени ощутимо во всем мире. В качестве примера я могу привести концепцию экономического планирования, которая является не только законом в мире социализма, но получила также распространение в некоммунистических странах Азии, например в Индии. Даже в Соединенных Штатах эта идея была скопирована—хотя и на словах—в плане Маршалла.

Переоценка истории

Указанное выше влияние общественной науки в Советском Союзе касается изучения не только новых, но также и других—прошлых и современных—общественных форм. Одна из особенностей такого изучения заключается в возрождении интереса к истории и смежным с ней наукам, где применение идей марксизма порождает не только новую интерпретацию, но также выявляет новые научные данные. Такие исследования в первую очередь связаны с культурным наследством России и других наций Советского Союза. История, археология и антропология расцвели в Советском Союзе как никогда раньше. Благодаря правильно запланированным и успешно проведенным экспедициям советские археологи открыли неизвестные ранее страницы прошлого. Хотя большая часть этих работ и была опубликована, они еще мало известны в других странах. Однако мы уже знаем, что начиная с периода неолита и позднее на территории России и Средней Азии процветали такие культуры и цивилизации, о существовании которых мы раньше и не подозревали. Эти новые сведения, которые уже во многом объясняют последовательность волн переселения народов, должны стать неотъемлемой частью мировой исторической науки.

Еще более существенным для нас—поскольку это тесно связано с рассматриваемыми здесь проблемами—является тщательный пересмотр истории Европы, составной частью которой всегда была история России, хотя против этого и возражают поборники «западной христианской цивилизации». Были прослежены отношения русских племен к норманнам, с одной стороны, и к Византии—с другой. Был установлен отличительный национальный характер русской культуры. Но на этом работа русских историков не остановилась. Например, исследования профессора Косминского в области средневековой истории Англии и Франции, по признанию ученых, проливают новый свет на развитие и упадок феодализма. Новые методы исторического исследования, основанные на учении марксизма, уже приносят свои плоды не только в Советском Союзе, но и за его пределами.

История русской науки

Интерес к истории науки и техники в России—в силу того, что ее в прошлом в значительной мере игнорировали,—был особенно большим. В Советском

Союзе этот интерес пробудился давно, и вклад, который советская делегация внесла в работу Конгресса историков науки в Лондоне в 1931 году, оказал на историческую науку глубокое влияние, продемонстрировав новый подход к науке как к явлению социальному и экономическому, а не выражению абсолютной чистой мысли^{4.86}. Можно сказать, что результатом этого влияния было возникновение целой новой школы, которая наряду с ее критическими работами установила важность социальной истории науки. С того времени более серьезные научные труды расширили рамки исследования и устранили прежние неудовлетворительные концепции. Например, особо выдающимся является труд Вавилова о Ньюtone (стр. 260)^{4.108}, который дает более глубокое понимание работ последнего и ясное представление об источниках его идей в области химии и атомистической теории, которые до того времени не учитывали.

Естественно, что внимание исследователей было сосредоточено в основном на истории науки в России,—на предмете, несправедливо забытом большинством прежних историков науки. Чрезмерные претензии на приоритет русских ученых, выдвинутые в связи с кампанией за подъем морального духа народа, не должны закрывать нам глаза на ценность проведенных исследований. Эти последние должны привести нас к полному признанию того вклада, который русские ученые действительно внесли в развитие мировой науки на протяжении ряда столетий. Наряду со столь знаменитыми именами, как Лобачевский, Менделеев и Павлов, Россия дала миру таких талантливых ученых и изобретателей, как химик Бутлеров (1828—1886), физики Лодыгин (см. стр. 343) и Попов (см. стр. 419), пионер авиации Жуковский (1847—1921), не говоря уже о других. Следовало бы уделить большое внимание также истории техники в России,—большее, чем даже в Англии, в которой впервые произошла промышленная революция.

Место общественных наук

Что касается обычных общественных наук, называющихся социологией и социальной психологией, то они, насколько мне известно, не получили еще в Советском Союзе достаточного развития. Это произошло главным образом из-за того впечатления, которое сложилось у марксистов, критиковавших науку при капитализме, где, как мы видели (стр. 567), эти науки действительно были весьма академичны, ибо их использовали для оправдания капиталистического строя и для приспособления к нему рабочих в интересах извлечения прибылей. Такое предубеждение против этих наук должно было в некоторой степени помешать развитию в Советском Союзе общественных наук, основывающихся на марксистской оценке значения исторических и экономических факторов, но использующих—более честно и умно, чем в капиталистических странах,—разработанные там (стр. 602) новые методы статистики и анализа фактов. Задача развития таких наук тем более велика, что в обществе, которое быстро развивается и создает новые формы своей организации, имеются условия для развития динамичной социологии, которая, поскольку она имеет научную ценность, должна помочь облегчить эти преобразования и избежать ошибок.

В связи с этим значительную роль должна сыграть социальная психология. Было бы преувеличением сказать, что изменение способа производства и соответствующих производственных отношений само по себе устранит причины плохого приспособления психологии людей к новым условиям жизни. И действительно, как мы теперь знаем, методы принуждения и грубая пропаганда, даже тогда, когда ими пользуются с самыми благими намерениями лишь увеличивают те трудности, для преодоления которых они были предназначены. Современная политика возврата к методу обсуждения и убеждения создает большую потребность в развитии и практическом применении действенной социальной психологии. Мы уже имеем много примеров создания новых коллективов и трудовых групп, в частности из жизни и работы Макаренко. Такие люди, как Макаренко, показывают, что если каждый человек ощутит

и поймет свое значение для общества, а его мнение будет иметь значение в его повседневной работе, то многие недостатки и бедствия, которые характеризуют классовое общество даже наших дней, могут исчезнуть.

Советская политическая экономия

Политическая экономия занимает центральное место в марксистской теории. Однако вплоть до работ Ленина марксисты занимались почти исключительно критическим анализом экономики капитализма и послужили новому обществу скорее указанием того, каким оно не должно быть, чем разработкой вопроса о том, каким оно будет. Вся история Советского Союза является историей экономического новаторства—национализации промышленности, коллективизации сельского хозяйства, перехода в руки государства капиталовложений и внешней торговли. В то же время продолжало существовать товарное производство, исторически возникшее на основе частной собственности. Поэтому для финансирования этих мероприятий было необходимо также перестроить банковскую систему. Многое следует изучить в этом удачном достижении, хотя бы только для того, чтобы найти общие, непревратимые элементы капиталистической и социалистической экономики, как, например, цена, когда она не зависит от рынка и может быть ограничена в пределах, соответствующих политике правительства. Это, естественно, усложняет вопрос о заработной плате. В послевоенные годы советское правительство предпочло повысить реальную заработную плату путем снижения цен, чтобы тем самым не затронуть прогрессивной системы оплаты труда квалифицированных рабочих. В настоящее время, однако, по-видимому, имеется тенденция к уравниванию путем повышения заработной платы низкооплачиваемых рабочих и предоставления профсоюзам больших прав при определении ставок заработной платы.

Много написано по вопросам экономики Советского Союза, но мне неизвестны переводы трудов, которые бы давали исчерпывающие объяснения этих вопросов. Официальный учебник политэкономии явно не отвечает требованиям в этом отношении; он подвергся значительной критике и недавно был возвращен авторам для полной переработки. В связи с этим, видимо, можно сказать, что теория социалистической экономики еще не полностью разработана и нуждается в серьезном обсуждении. Потребуется несколько лет для того, чтобы изучить социалистическую экономику, функционирующую в условиях большей свободы и большей децентрализации. Трудность, с которой экономисты в Советском Союзе сталкивались до недавнего времени, заключалась в недоступности большей части статистических данных, которые держались в секрете в интересах безопасности и только недавно были рассекречены.

Плановая экономика

Самым важным новаторством в советской экономике является практика *планирования*, первоначально одногодичного, а впоследствии пятилетнего. Эти планы являются выражением основного закона социализма, который был сформулирован Сталиным незадолго до его смерти: «... обеспечение максимального удовлетворения постоянно растущих материальных и культурных потребностей всего общества путем непрерывного роста и совершенствования социалистического производства на базе высшей техники».

Для достижения этого необходимо тщательное планирование производства и потребления. Социалистическое планирование пришло на смену капиталистической погоне за прибылью и стихии свободного рынка, которые порождают не только бумы, но также кризисы и войны. Замена хаотического взаимодействия многих факторов сознательно учитываемым на длительный срок оптимальным распределением материальных и людских ресурсов ради общественного потребления имеет важное значение для науки, так как представляет более высокую ступень эволюции общества, подобно появлению центральной нервной системы в процессе эволюции живых организмов.

Достижение этой более высокой ступени развития общества само по себе является трудной задачей, которая потребовала определенного времени для своего существования. Только благодаря опытам и ошибкам стало возможным сгруппировать эксперименты, которые к настоящему времени почти превратились в установившуюся практику. Современное послевоенное стремление повысить уровень потребления, не возвращаясь к методам периода индустриализации, требует сочетания планирования, основанного на прошлом опыте, со строгим контролем за самим развитием. Слово «план» вызывает у врагов планирования и многих других, кто был введен ими в заблуждение, представление, будто планы—это нечто неизменное и искусственно навязываемое обществу. Советские планы никогда не были такими; указанная концепция противоречит духу советской жизни. Каждый план означает стремление миллионов людей совместно, через свои организации, определять и осуществлять общую задачу достижения всенародного благосостояния.

При выполнении плана люди нередко встречаются с непредвиденными трудностями, но зато они часто обнаруживают также и не предполагавшиеся ранее благоприятные возможности. В обоих случаях план видоизменяется, причем люди, участвующие в его выполнении, не ограничиваются выполнением директив, но постоянно готовы вносить свои предложения и ускорять работу. Нам, с нашими установившимися и медлительными методами, трудно себе представить, как можно что-либо сделать подобным путем, но в действительности планы успешно выполняются: в Советском Союзе построены города, заводы, каналы, плотины и железные дороги—и притом гораздо быстрее, чем полагали возможные любые иностранные эксперты. Такая быстрота выполнения планов, особенно в первые годы индустриализации и коллективизации, дала повод для иного рода критики, которая подняла вопрос о том, за счет чего произошли эти общественные сдвиги, ценой каких лишений они были осуществлены. В настоящее время признано, что кое-каких лишений можно было избежать, если бы использовались более демократические методы, если бы больше опирались на убеждение. Тем не менее этих быстрых изменений нельзя было избежать, и их чрезвычайно высокие темпы были навязаны Советскому Союзу внешними силами.

Опыт других слаборазвитых стран, вроде Индии, с того момента, когда они избавились от экономического застоя, вызванного империалистической эксплуатацией, показывает, что минимальная норма капиталовложений в тяжелую индустрию составляет для них около 6 процентов. Ограничиться более низкой нормой и тем самым сохранить наиболее примитивные методы производства в том виде, как они есть, в то время как другие страны развиваются быстрее, означает для таких стран рост относительной стоимости их производства. Продажа товаров становится затруднительной из-за конкуренции, и страна, становясь все более и более отсталой, попадает в еще большую зависимость от империалистических держав и еще сильнее эксплуатируется ими, как это было, например, с Китаем до 1949 года. Попытка провести преобразования постепенно—что в интересах наиболее консервативных элементов—верный способ помешать этим преобразованиям под видом содействия им. Это в особенности верно по отношению к изменениям собственности в сельском хозяйстве, где сила богатых землевладельцев—кулаков, подчинивших себе беднейшие слои деревни, может быть подорвана лишь быстрыми и решительными действиями всего более бедного крестьянства. Связанные с этим трудности погубили проекты земельных реформ в таких весьма несходных странах, как Италия и Индия.

Аграрная революция в Советском Союзе и создание новой промышленности, которая была необходимой основой социалистического сельского хозяйства, были проведены всего за несколько лет. Более медленный темп привел бы страну к сохранению и даже усилению ее зависимости от иностранной промышленности и—рано или поздно—к потере независимости. Более того,

если бы более медленное развитие и могло бы быть успешным, для его осуществления не хватило бы времени. Задолго до завершения индустриализации и коллективизации Советский Союз оказался бы побежденным нацистскими захватчиками, и развитие цивилизации во всем мире прекратилось бы на многие десятилетия.

Социальная ответственность

Успешное экономическое планирование невозможно без определенной *социальной ответственности* граждан, которая не имеет прецедентов в истории. Утверждение в обществе такой ответственности ставит ряд проблем как перед правительством, так и перед народом. Административные работники, вынужденные всегда сокращать сроки, прибегают к принуждению, когда не могут убедить. Люди склонны искать личную выгоду, которая была добродетелью при старом способе распределения, но когда это делается за счет общества, это может превратиться в преступление. Ошибки могли совершать как руководители, так и рядовые люди—случаются и недопонимание и конфликты. Ленин указывал, что ошибки неизбежны, ибо нет совершенных людей. Главное заключается не в том, говорил он, чтобы совсем не делать ошибок,— важно, чтобы их было немного, чтобы они были незначительными и чтобы на этих ошибках учились.

Уже целое поколение советских людей прониклось—благодаря опыту и образованию—сознанием своей социальной ответственности, но старые привычки изживаются все же еще с трудом. Тем не менее этот первый мат должен быть сделан в современном индустриальном и научном мире не только в Советском Союзе, но также и за его пределами. Пути назад нет. Организация необходима в любом современном индустриализованном государстве. Но без социальной ответственности это отдало бы судьбу всего человечества в руки плутократов и гангстеров, результаты правления которых мы могли бы теперь достаточно ощутить.

Образование

Задачи по организации общества и задачи в области образования, вставшие перед молодым Советским Союзом, были так же грандиозны, как и задачи в области материального производства. Отсталые, раздробленные на классы, суеверные массы людей многих рас и национальностей должны были найти путь к достижению наивысшего технического и культурного уровня. Глубоко укоренившиеся интересы и образ мыслей, унаследованные от прежних, капиталистических и феодальных времен, предрассудки и антагонизмы, подозрения и опасения—все, что разделяло людей, необходимо было вначале сдерживать, а затем устранять с помощью образования. История развития образования в Советском Союзе в своем количественном аспекте есть история его быстрого и неуклонного роста, начавшегося еще до того, как были преодолены трудности гражданской войны, и продолжающегося до настоящего времени. В 1913 году только 20 процентов детей получили начальное образование; к 1930 году оно стало всеобщим и господствовавшая прежде неграмотность была ликвидирована. В 1914 году только 127 тысяч человек получили высшее образование, причем это были юноши исключительно из высших классов; в 1955 году 1867 тысяч человек получили различные формы высшего образования, и в их числе—выходцы из всех слоев и профессиональных групп, и притом почти столько же девушек, сколько юношей.

Работа в области образования в Советском Союзе не ограничивалась только детьми, но охватывала также и взрослых мужчин и еще больше женщин, которые призваны так много сделать для новой цивилизации. Двумя великими гуманистическими достижениями Советского Союза в первые годы его существования были освобождение женщины из подчиненного положения и общедоступность знаний и широта возможностей для всех, независимо от

возраста, классовой принадлежности и национальности. Это нечто гораздо большее, чем государственная школа в капиталистических странах, где большинство обучается лишь для того, чтобы поступить на службу, и где лишь немногие избранные получают высшее образование, чтобы стать достойными представителями господствующего класса. В Советском Союзе широко известно положение Ленина о том, что *все* должны учиться управлять государством.

Характер советского образования за свою короткую историю претерпел ряд изменений. В течение первых десяти лет после революции желание сбросить основы старого режима в сочетании со стремлением распространить демократию также и на школу привели к различным экспериментам в области образования. Некоторые из них, и особенно те, которые проводил Макаренко, оказали глубокое влияние. Колонию для детей-преступников Макаренко превратил—путем воспитания в них чувства собственного достоинства и преданности своему коллективу—в торжествующую коммуну, которая сама производила все ей необходимое. Ее достижения были увековечены в книге Макаренко и в кинофильме «Путевка в жизнь». Хотя самому Макаренко пришлось вести жестокую борьбу с педагогами, не понимавшими необходимости дисциплины, его работа вдохновила целое новое поколение советских педагогов. Основной принцип Макаренко—«предельно всевозможные требования к личности, но в то же время предельно возможное уважение ее»—является основной чертой нового отношения к личности и к ее ответственности в новом, социалистическом мире. Внутренний характер коллектива колонии имени Горького выражен Макаренко в следующих словах: «В этом коллективе зависимости очень сложные, каждая отдельная личность должна согласовывать свои личные стремления со стремлениями других... так чтобы личные цели не делались бы антагонистичными по отношению к общим целям. Эта гармония общих и личных целей является характером советского общества. Для меня общие цели являются не только главными, доминирующими, но и связанными с моими личными целями»^{6.558}. Эти положения обобщают опыт многих других советских коллективов.

Однако слишком незначительное число педагогов обладало интуицией и характером, необходимыми для ведения школьной работы на основе этих новых принципов. Попытки претворить на практике эти принципы оказывали губительное влияние на нормы школьной жизни. В 1928 году под влиянием консервативных высказываний Сталина бросились в другую крайность—дисциплина и авторитет учителей были усилены одновременно с введением жесткого учебного плана, в котором естествознанию отводилось больше места, чем в дореволюционное время. Социальные аспекты образования и воспитательная работа в свободное время были вынесены за пределы школьной программы—в пионерские организации и дворцы для детей. В настоящее время в Советском Союзе проводится новое радикальное изменение системы образования, направленное против формализма и академического характера обучения, уменьшается объем учебников, сокращаются часы занятий и увеличивается воспитание практических навыков. Подобные реформы проводятся и в университетах и высших технических учебных заведениях. Одновременно принимаются меры для обеспечения дальнейшего развития педагогики.

Образованный народ

Политика Советского Союза в области образования имеет решающее значение для всего как экономического, так и культурного развития страны. Венцом его достижений является движение за всеобщее высшее образование. Наука и культура уже перестали быть достоянием *élite* и служат теперь всему народу. Становится очевидным, что современное индустриализованное государство сможет развиваться только при наличии в нем массы высокообразованных людей, и, наоборот, лишь обеспечивая свое богатство, оно сделает возможным такое образование.

Влияние нового всеобщего научного образования не ограничится одним Советским Союзом, это достижение такого рода, что оно неизбежно распространится за его пределами—и не только в социалистических странах; остальные страны, несмотря на то, что у них совершенно иные социальные системы, будут пытаться превзойти в этом Советский Союз. Даже не ради господства над другими странами, но просто для того, чтобы выжить среди них в течение длительного отрезка времени и даже в течение короткого—порядка двух десятилетий,—каждой стране потребуется большое количество технически грамотного персонала и такое образование народа, чтобы эти люди могли активно с ним сотрудничать. Уже сейчас как в Соединенных Штатах, так и в Англии осознание того, что в Советском Союзе число ученых на душу населения возрастает в два-четыре раза, порождает беспокойство и запоздалые усилия для того, чтобы перегнать его. В Англии это привело к выступлениям против многоступенчатой системы образования, которая всегда считалась важным оплотом господства высших классов. Остается только наблюдать, действительно ли это серьезно угрожает стране потерей ее позиций в области промышленности. Какой бы ни была судьба отдельных стран, основная тенденция сейчас ясна. Мир становится все более научным, и чем скорее люди поймут это и будут действовать в соответствии с этой тенденцией, тем лучше.

Социальное экспериментирование

Из сказанного выше очевидно, что вклад Советского Союза в общественную науку заключался главным образом в различных аспектах создания новой цивилизации, особенно в области экономического планирования и образования, а не в разработке теории общественной науки. Последнее придет позже, когда уже достигнутые успехи можно будет оценить в атмосфере, свободной от «холодной войны». А пока важно учесть другой аспект общественной жизни в Советском Союзе, а именно—социальное экспериментирование и роль личной инициативы.

Распространенная ошибка, которая опровергается всем опытом Советского Союза, состоит в том, что все сделанное в Советском Союзе считают результатом руководящей деятельности всемогущего государства и что роль народа сводят лишь к более или менее неохотному подчинению приказам. В действительности все происходило совершенно иначе. Перед лицом рассмотренных выше внутренних и внешних трудностей, достижения Советского Союза были обусловлены в конечном счете инициативностью тысяч отдельных людей и коллективов, проявленной в различной степени, но в основном в одном и том же направлении. Роль партии и правительства заключалась в том, чтобы выявить и поощрить всякую ценную, по их мнению, инициативу, направить ее на служение общему благу и широко распространить, чтобы ей могли следовать повсюду. Вся история Советского Союза является историей развития новых форм общественной организации, которая начинается с создания стихийно избранных на местах Советов рабочих, крестьянских и солдатских депутатов, обладающих исполнительной властью. Позднее появились советы рабочих-рационализаторов, которые объединяли отдельные предложения по частным усовершенствованиям процессов труда, и рабочие-новаторы, которые предлагали радикальные изменения методов производства. С исчезновением прежней противоположности интересов хозяина и подчиненных появилось сознание того, что вклад каждого человека служит общему делу. Потеряла смысл монополизация знания или мастерства. Мы начнем видеть результаты освобождения мужчин и женщин—не только для работы ради обеспечения своих жизненных потребностей или личного заработка, а ради всего общества.

От социализма к коммунизму

Каким бы строгим не было наше осуждение злоупотреблений, совершенных в последний период сталинского руководства государством, и как бы глубоко

их результаты не проникли в советское общество, события последних нескольких лет в достаточной степени показывают присущую этой системе прочность, а также преданность обществу и способность к работе большинства его граждан. Достижения Советского Союза в области материального производства и его успехи в области образования с очевидностью свидетельствуют о том, что хотя прогресс социализма и мог бы быть более быстрым при более счастливых обстоятельствах, он никогда не прекращался. Идеи Ленина никогда не забывались. Это подтверждается тем фактом, что не только не было сделано ни одной попытки сохранить систему управления государством, при которой была чрезмерно увеличена власть Сталина, но, напротив, вся политика направлена на то, чтобы предотвратить возрождение подобной системы, достигнуть большей демократии и свободы мысли, что может развиваться очень широко и, воплотившись в традициях и опыте Советского Союза, сделает его в основном таким, каким понимал новое общество Маркс, хотя, естественно, он пойдет и дальше этого, поскольку действительность всегда превосходит воображение.

Невозможно понять новую цивилизацию Советского Союза, рассматривая только ее историю или настоящее ее состояние. Ибо для этого общества существеннее всего его цель—переход *от социализма к коммунизму*. Для полного осуществления этого преобразования, лишь первым шагом которого является революция 1917 года, потребуется время, равное жизни целого поколения. Советский народ, не запуганный угрозой «холодной войны», снова взялся за осуществление этой задачи, выполнение которой он был вынужден отложить из-за гитлеровской агрессии. Экономике коммунизма невозможно установить одним пожеланием. Между стадией капитализма—«каждому по его богатству»—и стадией коммунизма—«каждому по его потребностям»—необходимо должна быть стадия социализма—«каждому по его труду». Только таким путем, начав с несправедливой и извращенной капиталистической системы производства, можно создать систему, способную обеспечить все эти потребности. Маркс уже давно предвидел необходимость такой промежуточной, социалистической стадии развития общества. В отличие от современных ему утопистов Маркс понимал, что общество должно стать богатым, прежде чем оно сможет позволить себе более щедрое распределение товаров и услуг, которого потребует полный коммунизм. В своей «Критике Готской программы» (1875) Маркс с большой ясностью определил характер коммунизма и предварительные условия его достижения:

«На высшей фазе коммунистического общества, после того, как исчезнет порабощающее человека подчинение его разделению труда; когда исчезнет вместе с этим противоположность умственного и физического труда, когда труд перестанет быть только средством для жизни, а станет сам первой потребностью жизни; когда вместе с всесторонним развитием индивидов вырастут и производительные силы и все источники общественного богатства польются полным потоком, лишь тогда можно будет совершенно преодолеть узкий горизонт буржуазного права и общество сможет написать на своем знамени:

Каждый по способностям, каждому по потребностям». (Курсив Бернала.—Ред.)^{6.159}.

Длительность перехода к коммунизму будет зависеть от того, в какой мере народы Советского Союза получают возможность осуществлять свои созидательные цели без разрушительного вмешательства капиталистической части мира.

Теперь, при наличии почти столетнего опыта, видно, что надо сделать для того, чтобы стал возможным такой переход. Этот вопрос рассмотрен в работе Сталина «Экономические проблемы социализма в СССР», которая показывает, что в теории у него все было ясным, в то время как на практике он извращал свои идеи. Предварительные условия перехода к коммунизму, в сущности, сводятся к достижению *изобилия материальных благ и быстрого культурному прогрессу* социалистического общества. Только действительно богатое общество может быть коммунистическим, может распределять свое богатство по потреб-

ностям, а не использовать его для того, чтобы принуждать некоторых людей производить больше, чем другие. Только культурное общество может знать, как произвести богатство в изобилии и как употребить его, когда оно есть.

Это не просто пожелание, а часть шаг за шагом осуществляемой программы. Успехи Советского Союза в области образования, о которых уже говорилось, показывают, что осуществление третьего предварительного условия перехода от социализма к коммунизму не откладывается на последнюю очередь, а проводится в жизнь одновременно с развитием промышленности и преобразованием природы. Будущее коммунистическое государство понимается как нечто такое, ради чего стоит трудиться «здесь и теперь»*. Это уже не далекая утопия, а реально достижимое устройство общества, пути к которому выявляются все более отчетливо. Такая цель побуждает советский народ удовлетворять не только свои материальные потребности, но также чувство справедливости и человеческого достоинства. Они могут трудиться ради этой цели с уверенностью в том, что они или их дети действительно построят коммунизм. Данная цель имеет значение не только для самого Советского Союза. Она всколыхнула угнетенных и трудящихся всего мира. Советский народ показал путь вперед и доказал, что этим путем можно идти. Чем ближе он к своей цели, тем выше его действительный уровень материальной и культурной жизни и тем очевиднее, что он не будет одиноким.

13.8. НАРОДНЫЕ ДЕМОКРАТИИ

Советский Союз больше не является единственной в мире социалистической страной. В период между двумя мировыми войнами страны Восточной Европы, в большинстве своем новые государства, вышедшие из состава старых Турецкой, Австрийской, Германской и Российской империй, находились в руках помещичьей и торговой олигархии, тесно связанной с иностранными капиталистами—вначале англо-французскими, а затем немецкими. В самом начале второй мировой войны эти страны вошли в состав или были завоеваны гитлеровской Германией и использовались нацистами для нападения на Советский Союз. Когда немецко-фашистские армии были отброшены Советской Армией, народы этих стран одновременно освободились и от нацистов и от сотрудничавших с ними своих правящих классов.

Правительства, сформированные после освобождения, были смешанными—их главную силу составляли элементы, которые поддерживали движение сопротивления нацистам,—в основном (но не исключительно) промышленные рабочие и крестьяне-бедняки. К ним вначале присоединились элементы из старых либеральных и крестьянских партий, которые не запятнали себя сотрудничеством с немецкими фашистами, но по существу были партиями буржуазными и полагались на поддержку Англии и Америки. За несколько лет эти правительства доказали неспособность выполнять свои функции. Буржуазные политики препятствовали широкому размаху восстановительных работ, которые только и могли дать этим странам возможность встать на собственные ноги в экономическом отношении. Рабочие и крестьяне предотвратили возврат к прежней капиталистической экономике во всех этих странах, за исключением Греции, которой английские вооруженные силы и американская военная «помощь» навязали открыто реакционное правительство.

Когда на международном арене развернулась «холодная война», компромисс стал далее невозможным, и народ, мнение которого выразила политически наиболее сознательная его часть—организованные рабочие,—избрал социалистический путь развития. Это был нелегкий путь. Все проблемы, которые

* Согласно некоторым философским школам Запада, человек живет «здесь и теперь» и поэтому он заботится только о себе и своем благе. С такой концепцией автор и полемизирует, что видно из текста.—Прим. ред.

возникали перед молодым Советским государством, встали также и здесь: разлука, голод, немногочисленность и разобщенность технической и административной интеллигенции, еще живые традиции капитализма в среде торговцев и зажиточных крестьян в сочетании с реакционным влиянием духовенства.

Но это были не единственные проблемы. Политика «холодной войны», которая порвала прежние торговые связи этих стран, расстроила установившееся там производство и лишила их сырья, которым Советский Союз, поскольку он был занят восстановлением своей собственной экономики, не мог их обеспечить. Позднее напряженная обстановка «холодной войны» потребовала, чтобы в самые сжатые сроки была достигнута экономическая независимость, а также проведено перевооружение и увеличены вооруженные силы. Так как большинство стран Восточной Европы в прежние времена были, по существу, полуколониальными поставщиками сырья и имели лишь горнодобывающую и легкую промышленность, это означало необходимость создать любой ценой тяжелую индустрию, используя при этом большей частью местные ресурсы и труд рабочих, еще вчера бывших крестьянами. Нормы капиталовложений была высокой, и это неизбежно отразилось на степени улучшения уровня жизни. Отсутствие собственного опыта и недостаток оборудования вызвали большие трудности. К тому же эмигранты, щедро финансируемые Соединенными Штатами, проводили кампанию саботажа и враждебной пропаганды, преувеличивали каждую ошибку и раздували каждое движение оппозиции. Ряд ошибок действительно был совершен,—одни из них были неизбежны, а другие были порождены некоторыми отрицательными сторонами влияния Советского Союза, который сам только что оправился от войны. Недостаточно учитывались национальные и культурные особенности различных стран и имела место чрезмерная подозрительность в отношении политической благонадежности, которая привела к репрессиям и нарушениям законности.

Однако в конечном счете действительный прогресс стран народной демократии за несколько лет существования социалистического строя производит очень сильное впечатление. Города восстановлены, фабрики переоборудованы, ряд промышленных центров создан заново, сельское хозяйство в значительной степени механизировано, сеть учреждений здравоохранения увеличена, система образования расширена и поставлена на службу всему народу. Несмотря на все трудности, там не существует возможности возврата к прежнему положению. Каждая страна, несомненно, изберет такой путь к социализму, который является наиболее подходящим для ее национальных особенностей и культурных традиций. Об этом свидетельствует случай с Югославией, одной из стран народной демократии, которая на некоторое время совершенно порвала свои отношения с Советским Союзом и перестала испытывать его влияние. Несмотря на всяческую помощь, предлагавшуюся Соединенными Штатами, и большие внутренние экономические трудности, возврат к капиталистическим формам в Югославии был весьма ограничен и был сохранен контроль над тяжелой промышленностью, являющийся существенной чертой социалистической экономики. С уменьшением напряженности, вызванной «холодной войной», существенное и далеко идущее превосходство социалистической системы над капиталистической будет значительно ярче продемонстрировано всеми этими странами, а враждебно настроенные группы народа можно будет вновь привлечь на сторону социализма принятой в настоящее время более мягкой и демократичной политикой.

Что касается ученых и педагогов, то для них такое примирение особенно необходимо. Уже на первых порах в странах народной демократии возможности для ведения научной работы и преподавания, оборудование и число студентов лимитировались лишь скоростью, с которой ученые могли обучать новые кадры.

В течение последних нескольких лет мне случалось бывать в Польше, Чехословакии и Венгрии, и там я увидел новый быстрый подъем научной деятель-

ности. Например, физические лаборатории Варшавского университета оборудованы лучше всех английских и уступают только лабораториям СССР и США. А ведь эти лаборатории пришлось заново полностью восстановить из руин, оставленных немецкими фашистами. В Веспреме (в Венгрии), где со времен турецкого нашествия XVI века не было ни одного высшего учебного заведения, за три года был создан новый технический институт, в котором детям крестьян во все еще недостроенных лабораториях, строительству которых они помогают, преподается современное химико-инженерное дело. Уничтожение классовых барьеров, в частности в области образования, высвободило такое богатство новых талантов и способностей, что нехватка административных работников будет скоро возмещена, и уже теперь проводятся новые мероприятия, которые полностью преобразуют экономику этих стран. Это на деле доказывает, что при капитализме люди обладают большими скрытыми творческими способностями, чем они могут их проявить, и что народы всех стран смогут всесторонне применить их тогда, когда ничто не будет мешать им для этого.

Буря над Азией

Этот урок ни в коей мере не ограничивается только развитой, или «западной», промышленной экономикой. Уже в годы перед последней войной средневековые эмираты Средней Азии были превращены населявшими их народами—при великодушной материальной помощи со стороны русских республик—в передовые государства, которые можно сравнить по их экономическому развитию и культуре со многими европейскими странами. В первые годы преобразования Средней Азии Советская Россия вкладывала в это дело гораздо больше средств, чем получала обратно, причем эта помощь не ограничивалась строительством железных дорог, шахт и заводов с простейшим оборудованием, которым занимались капиталисты старых империалистических государств. Советская Россия давала республикам Средней Азии машинное оборудование, необходимое для пропорционального развития тяжелой и легкой промышленности и сельского хозяйства. Эти отрасли промышленности работали не при помощи «туземного» труда под иностранным надзором и не ради прибылей далеких вкладчиков, как это имеет место в Британской империи. Рабочие—квалифицированные и неквалифицированные—были людьми своей страны, обученными в своих собственных школах, техникумах и университетах. На базе своей производительной индустрии и сельского хозяйства на старые традиционные корни была привита совершенно новая культура. Успешно развиваются в этих республиках литература, драматургия и искусство, и народ не только изучает науку, но и вносит в нее вклад через свои собственные академии наук^{6,156}. Даже кочевые племена далекого северо-востока точно так же строят свою новую культуру.

Китайская Народная Республика

Наиболее важным событием является освобождение великого китайского народа от многовекового феодального и колониального гнета и создание в 1949 году Китайской Народной Республики. В Китае переход от старого к новому был гораздо длительнее, чем в европейской России, и хотя он также был вдохновлен теорией марксизма, однако совершился своим собственным путем. Новый строй подготавливался в течение длительного времени и своими корнями глубоко уходит в традиции китайского народа. Он является логическим развитием трех принципов демократа Сун Ят-сена. В течение более чем тридцатилетней борьбы,—сначала против империализма и китайских феодальных военачальников, затем против Чан Кай-ши и его предательства революции, далее, после Великого похода, против японцев и, наконец, в победе над Чан Кай-ши и его американскими покровителями—китайская коммунистическая партия и ее союзники, пройдя через тяжелые испытания, научились уп-

равлять страной. Они познали в эти годы потребности народа и степень его мужества и упорства

Теперь, наконец, несмотря на американскую интервенцию, китайский народ добился своего освобождения. Он берется за дело с такой решимостью и бодростью, что его не сломят никакие испытания. Уже через несколько лет, несмотря на отвлечение сил, потребовавшихся для войны в Корее, китайский народ достиг больших успехов в деле реконструкции хозяйства страны, чем при любом китайском правительстве со времен первых императоров. Мы уже упоминали о планах обуздания реки Хуанхэ (стр. 517). Эти планы—всего лишь часть начавшегося с развития тяжелой индустрии процесса преобразования всей экономики Китая,—процесса, цель которого—в течение жизни одного поколения поднять страну до уровня наиболее передовых промышленных государств. Есть все основания полагать, что китайский народ, несмотря на самое худшее, что смогут сделать его враги, добьется этой цели. Для этого существуют все благоприятные условия: многомиллионное трудолюбивое население, большие пространства неосвоенных территорий на западе, почти неограниченные ресурсы гидроэнергии, угля, нефти и руд.

В Китае, для того чтобы начать эти преобразования, не было необходимости ожидать триумфа социалистической революции, как это было в Советском Союзе. Значительная часть китайской национальной буржуазии, раздраженная бессилием и коррупцией гоминдановского режима, сплотилась вокруг Республики. Четыре звезды на флаге Китайской Народной Республики означают четыре группы ее населения: рабочих, крестьян, интеллигенцию и патристически настроенных представителей национальной буржуазии. Величайшим преобразованием была передача земли крестьянам, благодаря которой высвободился новый поток человеческой энергии, которая поддается управлению в общих интересах.

В своем социальном аспекте китайский эксперимент имеет чрезвычайно большое значение, так как здесь, в совершенно иных условиях, чем в России, весь многомиллионный народ должен открыть и создать новую и жизнеспособную форму общественного устройства, отвечающую требованиям достижения независимости и процветания. Уже за короткий период, в семь лет, Китай добился огромных и прочных успехов в области материального производства и общественных отношений. Была заложена основа для быстрого роста тяжелой индустрии, базирующейся на имеющихся в изобилии железной руде, угле и нефти. Скоростное строительство шоссейных и железных дорог кладет конец мучениям, связанным с плохими коммуникациями. Усовершенствование сельскохозяйственных орудий и техники, а также улучшение сооружений для сохранения водных ресурсов увеличивают урожай. Все это делает возможным такое ускорение общественных преобразований страны, какое до ее освобождения трудно было даже представить. Благодаря кооперированию коллективное ведение хозяйства стало всеобщим. Предприятия частного сектора в промышленности и торговле были превращены—практически почти без изменений в их управлении—в смешанные, государственно-частные предприятия, которым государство обеспечивает все увеличивающуюся долю капитала и гарантирует сбыт продукции. С самого начала была оказана всемерная поддержка науке, ибо в новом Китае наука рассматривается как необходимый элемент материального и культурного развития страны. Во время моей поездки в Китай в 1954 году я имел случай ознакомиться там со многими мероприятиями в области науки. На первых стадиях эти мероприятия по необходимости связаны главным образом с развитием образования. Предпринимается попытка создать в течение десяти лет кадры научных и технических работников, соответствующие потребностям современного индустриализованного государства. Ввиду того что страна не может ждать даже в течение такого времени, Китай—в целях быстрее использования своих природных ресурсов и создания тяжелой индустрии—проводит особые мероприятия по обучению геологов

и металлургов и притом на более высоком уровне, чем в капиталистических странах.

Одновременно проводятся научные исследования—при активном содействии и под контролем со стороны возрожденной Академии наук, которая, как и Академия наук Советского Союза, сочетает развитие теоретической науки с обслуживанием экономических потребностей страны. Первоочередная работа уже выполняется; пройдет немного времени—и Китай выдвинется на передовые позиции в мировой науке.

Достижения Китайской Народной Республики в области культуры достойны изумления, ибо, как известно, обычно культурное развитие совершается относительно медленно. Это можно объяснить только тем фактом, что в области культуры революция не столько создала заново, сколько освободила тот кладезь знаний и мастерства, которые таились в древней цивилизации Китая, но подавлялись в течение многих лет иностранным господством и местной коррупцией. Почти вся интеллигенция Китая, сохранившая, несмотря на тяжелые времена, наследие китайской культуры и сочетающая его с современной наукой, с энтузиазмом поддерживает новый общественный строй. Она находит новое удовлетворение в работе для народа и в широком распространении культуры, которая в течение тысячелетий оставалась монополией аристократических семей.

Мао Цзэ-дун

Многие из лидеров революции сами являются выдающимися учеными. Председатель Мао Цзэ-дун—философ и поэт. Его исследования в области теории марксизма и применение им этой теории на практике показывают, насколько хорошо он понял, как пользоваться учением Маркса—Ленина в условиях полукOLONиальной страны. Подобно Ленину, Мао Цзэ-дун высоко ценит и знает из опыта огромное значение и силу простого народа.

Один из его ближайших коллег историк и драматург Го Мо-жо, Президент Академии наук, прилагает все усилия для того, чтобы лучшее из старой культуры было развито в новой. Прошлое Китая в настоящее время более живо, чем когда-либо раньше. Археология, в частности, получила новый стимул; ею найдены многие останки глубокого прошлого, о которых прежде и не подозревали. Вместе с тем имеет место широкое стремление донести до всех людей, а не только до ученых ценность культурного наследия Китая.

Грамотность, образование и здравоохранение

Практическое проявление нового культурного движения уже становится очевидным. Первейшее требование культуры—грамотность—распространяется с такой энергией, что можно ожидать, что в течение нескольких лет почти все население Китая, составляющее более 600 млн. человек, научится читать и писать, а через одно поколение большинство будет иметь среднее образование. Производится значительное упрощение красивой, но сложной письменности. Уже запланировано, что на более поздней ступени оно будет заменено латинским алфавитом, и тем самым будет покончено с трудностями чтения и письма, которое было навязано прежним поколениям ученых.

Даже в условиях еще не ликвидированной неграмотности грязные и зловонные города и деревни были осушены, очищены и освещены в результате разьяснительной работы органов здравоохранения (стр. 522). Прививки и другие меры органов здравоохранения вскоре уничтожат эпидемии чумы и оспы, малярию и филариоз. Это само по себе высвободит для целей реконструкции страны новые источники человеческой энергии. Очевидно, что с приходом способного, прогрессивного и целиком независимого правительства в Китае весь мир, и в особенности Азия, получил огромный стимул для проведения конструктивной политики и были подорваны силы старого колониального империализма и войны.

Возрождение Азии и Африки. Пример Индии

Этот урок в течение всего лишь нескольких лет был воспринят не только рядом стран, имеющих древнюю цивилизацию и только что вырвавшихся из ярма колониализма таких, как Индия и Египет, но также и народами Азии и Африки, имеющими более древнюю структуру общественного устройства—родовой строй. Хотя ни одна из этих стран не является коммунистической и в некоторых из них деятельность коммунистических партий все еще запрещена,—их народы начинают понимать, что действительная независимость и процветание зависят от развития промышленности и механизации сельского хозяйства на основе распространения образования и применения науки.

В Азии первой на этот путь встала Япония, но так как она вступила на него в период господства капитализма, то в результате этого должно было возникнуть классово-ограниченное милитаристское государство, которое получило свое возмездие во второй мировой войне. В период американской оккупации капиталистические формы организации общества сохранились, а с ними сохранились эксплуатация и нищета. С другой стороны, японский народ, долгое время угнетенный, начинает выступать в защиту своих прав и заявлять о том, что он больше не желает быть в подчинении крупного капитала, связанного с американскими трестами. Японцы выступают против изоляции Китая и требуют, чтобы японский и китайский народы в целях их взаимной выгоды действовали совместно в деле обновления Азии.

В Индии после освобождения от английского господства последовали события, которые, хотя и не похожи на то, что происходит в Китае, все же явно развиваются в том же направлении. Хотя в политической сфере сохраняется парламентарная демократия, экономическая политика склоняется к планированию и ограниченному социализму. Индийские планы, в частности второй пятилетний план, основаны на потребности в быстрых темпах развития тяжелой промышленности при соответствующих требованиях, предъявляемых к науке. При составлении этого плана был наиболее полно использован опыт Советского Союза и Соединенных Штатов. И действительно, советские плановики, а также плановики из США работали бок о бок с их индийскими коллегами, помогая им в выработке этого плана при плодотворном руководстве директора статистического управления доктора Махаланобиса. Вероятно, не так легко осуществить план в стране, где господствует экономика капитализма, но несомненно, что если и правительство и народ полны решимости, то план будет выполняться, а в таком случае власть неизбежно перейдет от капиталистов к народу.

Эта экономика переходного периода полностью соответствует основной политике великой нейтральной группы государств—главным образом, но не исключительно азиатских,—которая выросла вокруг мудрого руководства великого Премьер-министра Индии Джавахарлала Неру. Разработка совместно с Премьер-министром Китая Чжоу Энь-лаем Пяти принципов мирного сосуществования невмешательства и сотрудничества, одобренных затем Бандунгской конференцией многих стран, является великим историческим актом. На этой конференции было заявлено, что в мире, где война становится все более разрушительной и нежелательной, нет иного способа, чем способ, с помощью которого народы могли бы помочь друг другу; во имя общих интересов они не должны прибегать к насилию.

Такие акты больше любого прямого вклада в общественные науки имеют огромное значение для их будущего. Эти акты символизируют то, что скоро произойдет в мировом масштабе, и то, каким образом можно сочетать древние, по существу моральные традиции с современной наукой и техникой без тех разрушительных последствий, которые покрыли позором последние два столетия человеческого прогресса.

13.9. БУДУЩЕЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ НАУК

Картина двух противоположных общественных наук—одной, вдохновленной Марксом, другой, связанной с судьбой капитализма,—характерна для нашего разделившегося мира. Однако такое положение, как я уже пояснял, не включает в себе увековечивания этого разделения и не означает образования пропасти, которую социальные мыслители той или другой стороны не могут перейти. Во-первых, марксистская мысль вовсе не ограничивается новыми социалистическими странами, а развивается ныне во всех странах мира. Далее, труженики общественных наук, как и труженики естественных наук во всех странах, являются наследниками общей традиции, которую они могут толковать различным образом, но которая должна дать им возможность понять друг друга.

Когда мы говорим о будущем общественных наук, то его следует рассматривать на социальном фоне цивилизаций будущего. Если удастся избежать новой истребительной войны,—а народы мира могли бы путем объединенных усилий предотвратить ее развязывание,—то мы можем ожидать, что на протяжении многих лет будут существовать две противоположные экономические системы. Сохранение этого сосуществования повлечет за собой огромное увеличение торгового и культурного обмена между этими системами. Такое сосуществование устранило бы, по крайней мере, наиболее грубые представления социальных мыслителей о своих коллегах, придерживающихся иных убеждений. Это не может и не должно привести к некритическому заимствованию противоположной доктрины, а приведет к критике, ведущейся разумно, а не атомными бомбами.

Приведенная здесь критика общественных наук в капиталистических странах направлена не против тех, кто честно пытается глубже исследовать отношения людей в обществе. Она скорее направлена против строя, почти автоматически искажающего и извращающего все подобные поиски знания с тем, чтобы оно служило ограниченным и низменным целям. Именно потому, что общественные науки имеют дело с жизнью людей более непосредственно, чем естественные науки, они в настоящее время в странах западной цивилизации крепче связаны с защитой привилегий и подготовкой к войне.

Тем не менее рано или поздно развитие общественных наук будет иметь такие последствия, которых их поборники не имели в виду. Любую науку невозможно использовать и еще менее—развивать без выявления содержащихся в ней скрытых возможностей для основательной критики. Именно в борьбе за освобождение своих дисциплин и за выявление таящейся в ней критики новые общественные науки найдут свои соответствующие формы.

Мировоззрение современного капитализма—это не мировоззрение, устремленное в более светлое будущее, а мировоззрение безнадежной приверженности к существующему неравенству, которое можно приукрасить, но нельзя без конца сохранять. Поскольку общественные науки отражают ценности капитализма, постольку они неизбежно связаны с регрессом. Они могут благополучно зайти еще дальше в выполнении своей апологетической и мистификаторской роли и добавить много новых глав о статистике, о логическом и психологическом анализе, но все это—без определенной цели. Пока общественные науки будут делать то же, что они делают, в капиталистическом мире будет постоянно усиливаться неудержимый рост критической общественной науки, опирающейся на марксизм, ибо только марксизм может дать духовное содержание, связанность и перспективу в деле понимания общественных событий. В социалистических странах, старых и новых, развитие общественной науки примет еще более положительную форму, будет гораздо теснее связано с экономическими и культурными достижениями самого общества.

До тех пор, пока будет продолжаться «холодная война», марксистская и немарксистская тенденции будут идти в разных направлениях, но ничто не сможет

устранить влияния тенденции—самым непосредственным образом откликаться на актуальные события в мире. Поэтому при рассмотрении будущего общественных наук напрасно было бы пытаться предсказывать фазы упадка и регресса буржуазной мысли; буржуазное истолкование событий в общественных науках вследствие отсутствия связи с действительностью поблекнет и устранился гораздо полнее, чем даже в естественных науках. Это не означает, что должна устраниваться какая-нибудь ценная традиция науки прошлого. Напротив, за последние несколько лет мы уже неоднократно видели, что применение марксизма может дать этим традициям новую жизнь, расширить и углубить их значение для нас.

Новая наука истории

Только тогда, когда марксистская критика была внесена в историю, сложный и запутанный поток событий в человеческих обществах начал приобретать гораздо большее значение, чем это казалось историкам классики или науки и даже людям описываемых ими времен. Теперь история представляется понятной схемой и не является просто «шумом и яростью, ничего не означающими». Такие великие события, как Возрождение, Реформация и Французская революция, становятся более понятными и занимают свое место, как фазы более общего явления классовой борьбы.

Даже история древнего мира, которая была скучнейшей и наиболее строго ограниченной областью чистой учености, предстает как живая арена общественных конфликтов, показывая в более простой форме многие экономические факторы, которые трудно отыскать в усложнившейся жизни современной цивилизации. Можно показать, что в истории классического периода все явления цивилизации, не только политические и экономические события, а также философские и эстетические достижения, связаны в одно единое целое и, таким образом, ныне приобретают более глубокое и более непосредственное значение для нас^{2. 2; 2. 3; 2. 17; 2. 45; 2. 46}.

В свете материалистической диалектики оживают побудительные мотивы и исторические движения прошлого. Сами споры, вызвавшие внесение диалектики в историю, содействовали новым исследованиям фактов, а также остроте и ясности аргументации. В самом деле, работа историков-марксистов ощущается уже во всех областях истории. Единственный способ избежать ее влияния—это свести историю к тривиальностям деяний отдельных личностей или возратить ее к божественной точке зрения, согласно которой ее развитие определяется провидением, вышедшей из моды еще в XVIII веке и не принимаемой всерьез даже убежденными верующими.

Возросло значение также и вспомогательных наук: археологии, филологии и антропологии. XIX век был великим периодом открытия останков прошлого, обычаев существующих первобытных народов и колоссальной области распространения человеческого языка в пространстве и времени; однако до тех пор, пока простое описание оставалось единственным используемым методом исследований, эти науки были интересными, но бессмысленными. Ключом к изучению человека и его эволюции является исследование социальных и экономических факторов, конфликтов и деления однородных обществ на классы, порождающих новые социальные и экономические формы общественного устройства. Вся область человеческой истории, восходящей к самым истокам происхождения человечества, теперь начинает приобретать важность иного порядка, чем она имела в прошлом. Она нужна для понимания современного общества и для создания общества будущего.

Новая практическая социология

Социология, будучи антропологией современных обществ, представляет собой науку, наиболее тесно связанную с капиталистической машиной. Она должна анализировать социальную, политическую и промышленную обстановку для того, чтобы обеспечить более легкое функционирование этой системы.

Социология имеет также задачу объяснять капиталистическую систему так, чтобы оправдать ее и даже представить похвальной. Поэтому она прежде всего должна избегать серьезной критики. Однако именно в такой критике заключается единственная надежда для социологии, если рассматривать ее как науку, а не обычную рекламу. В самом деле, нетрудно найти объект для критики; трудно найти в себе достаточно мужества для критики и какие-либо средства для ее опубликования. Однако честный социолог имеет более сильного союзника, чем его теперешние хозяева. Народ достаточно хорошо знает, что его подавляют и обманывают. Но что он не представляет себе достаточно ясно, так это то, каким образом функционирует капиталистическая система и чем можно заменить ее. В будущем, как это было и в прошлом, народ будет поддерживать тех, кто сумеет помочь ему выяснить эти факты и объяснить ему их просто и ясно.

Психология в классовом обществе

О будущем психологии здесь нет необходимости говорить много. Известные отрасли данной области общественных наук, как, например, психология ощущений и контроль над нервной деятельностью, по существу относятся к биологии и вполне могут развиваться в том же направлении, хотя здесь гораздо больше внимания должно быть уделено работам Павлова и его школы. В основном психология является лишь отражением общества в жизни и чувствах личностей, которые созданы этим обществом и которые в свою очередь способствуют его изменению. Современная психиатрия в капиталистических странах с помощью психоанализа, лекарств или операций может временно облегчить некоторые вредные последствия воздействия общества на личность; однако это не может затронуть причин данных тревожений. Наука, на которой, как полагают, основывается данная практика, выказывает все признаки того, что она страдает от подобных ограничений. Наука эта не может освободиться от таких ограничений, не отказываясь от глубоко укоренившихся ошибок, которые возникают, с одной стороны, из абстрактного резонерства, основывающегося на самоанализе, и, с другой стороны,—из чисто биологических аналогий.

Прикладная общественная наука. Право

Вся группа практических общественных наук: право, наука политики и, самая молодая из них, политическая экономия—были продуктом развития общества и в свое время показали жизнеспособность, соответствующую важности выполняемой ими общественной функции. Однако при капитализме эта функция имела тенденцию во всех случаях стать отрицательной. Право, как мы видели, целиком паразитирует на политической и экономической системе капитализма, и поэтому не удивительно, что среди юристов находятся наиболее фанатичные защитники этой системы—либо в безыскусственной «консервативной», либо в софистической «лейбористской» форме. Право фактически настолько погрязло в собственности и отношениях собственности, что в своей настоящей форме оно едва ли сможет пережить ту перемену, которую принесет с собой подлинная экономическая революция. Соответственно оно стало одной из наиболее произвольных и ненаучных отраслей общественного исследования. В области права, больше чем в любой другой области общественной науки, стало желательным не вникать слишком подробно в основы, не пытаться рационально или научно подойти к вопросам и никогда не экспериментировать.

Марксистская критика теории права показывает его исторически-ограниченный и классовый характер и пустоту претензий на абсолютную и универсальную юрисдикцию. Область интересов права постоянно расширялась вместе с ростом капитализма и захватила почти все стороны общественных отношений (стр. 546). При социалистической экономике право неизбежно играет более ограниченную роль. Гражданское право, имеющее дело в основном с конфликтами из-за собственности, в основном исчезло, а уголовное право, когда сопротивление контрреволюции и иностранной интервенции было преодолено, стало в значитель-

ной степени общественной службой для регулирования обостренных личных отношений и антисоциального поведения. В то же время в административной области существует достаточный простор для высоких интеллектуальных качеств и традиций юристов прежних дней.

Политическая наука

С политической наукой дело обстоит несколько иначе. Политическая наука в том виде, как она до сих пор изучалась, весьма незначительно претендовала на положение подлинной науки. Политическая практика при капитализме—это смесь тайных финансовых переговоров и открытой демагогии, крайне крикливой и почти неприкрытой в Соединенных Штатах, тонкой и труднообнаруживаемой в более старых и более пропитанных софизмом странах капитализма—Англии и Франции. Наука, изобретенная для того, чтобы иметь дело с политической, под сильнейшим давлением неизбежно оправдывает на языке науки существующее положение дел. Она служит главным образом увековечиванию иллюзий, будто такие понятия, как «демократия» и «двухпартийная система», соответствуют некоему неизменному и непревосходимому идеалу.

Разрыв между идеальной теорией политики и действительной практикой политических деятелей ведет к общему скептицизму в политике. Этот скептицизм может быть эффективно использован теми политиками, которые сами не состоят в шайке политических деятелей, но хотели бы этого, и является плодородным источником фашистских идей. В обществе, которое в целом, по видимому, бесперспективно, а в действительности ухитряется давать максимум прибыли немногим, становится неблагоприятным слишком тщательно исследовать экономические основы политических действий. Таким образом, бесполезно ожидать, чтобы критическая и еще менее экспериментальная политическая наука получила одобрение властей. Только среди тех, кто борется против капиталистического строя, можно найти такую науку. Для того чтобы быть действенной, политическая наука не может быть отделена от политических действий, с одной стороны, и общего экономического и социального анализа,—с другой.

В будущем политическая наука не будет ни академическим описанием социальной динамики, ни справочником для удачливых политиков, а станет составной частью образования и практики каждого гражданина.

Экономическая наука между капитализмом и социализмом

О сравнительно новой науке—политической экономии мы уже говорили, особенно об ее действительном банкротстве в период монополистического капитализма с присущим ему чередованием кризисов и войн. Механизм контроля над экономическими факторами находится не в руках экономистов, которые большей частью должны довольствоваться ролью регистраторов загнивания и кризиса той системы, которой они служат. Поскольку это описание и анализ ведутся честно и не пытаются замаскировать истинное положение дел или предложить средства, которые неизбежно оказываются просто кратковременными полумерами, постольку экономисты будут содействовать основанию лучшего общества.

На пути к новой общественной атмосфере

Атмосфера, оказывавшая в последние годы сильное давление на общественные науки, может быть совершенно рассеяна социализмом и частично—борьбой за его построение. Иллюзии и лицемерие, жестокость и отчаяние, в значительной степени определяющие нашу современную мысль, могут быть превращены в свою противоположность.

Раз мы признаем главную задачу, которая заключается в увеличении господства человека над природой благодаря изучению ее законов, в иллюзиях нет никакой нужды. Выполняя эту задачу, человек освобождает

свои силы и, переделывая природу, тем самым переделывает самого себя. Это означает, что мир познаваем и поддается контролю посредством познания.

Нет нужды в лицемерии, раз человек признает очевидным то обстоятельство, что общество периода капитализма является несправедливым обществом и что, какие бы достоинства оно ни имело в период своего образования, оно теперь пережило свой мандат и только тормозит развитие знания и прогресс.

Жестокости мы должны противопоставить доктрину равенства людей, полов, рас и наций. И это не абстрактная доктрина, а действительная возможность, которая открывается для всех благодаря образованию, доступному до самых высших своих ступеней всем юношам и девушкам, и благодаря росту экономической системы, все полнее использующей естественные ресурсы.

Это также является ответом настроениям отчаяния: будущее свободно от войн, так как экономические и социальные корни войны будут уничтожены, свободно от материальных тревог, так как в применении знаний заключаются неограниченные возможности. Устаревшее представление о все более злобной борьбе человечества за сокращающиеся ресурсы и кошмар неомальтузианства будут разоблачены как простые уловки, с помощью которых поддерживаются роскошества привилегированного меньшинства. Человек, не нуждаясь ни в какой сверхъестественной поддержке, может теперь впервые за всю свою историю уверенно распоряжаться своей судьбой. Все происшедшее до сих пор он может рассматривать как предисторию; новая ступень подлинной истории представляет собой сознательное управление общественными и материальными силами со стороны самих людей.

Именно в свете таких перспектив мы можем начать оценивать по заслугам подлинное значение общественных наук. Многие дисциплины, относящиеся к общественным наукам, в будущем сыграют гораздо большую роль, чем в прошлом. В процессе преобразования общества они приобретут новые обязанности и будут связаны, как никогда прежде, с производственными процессами и с естественными науками. Ученые, занимающиеся общественными науками, не будут составлять небольшую обособленную группу, которая наблюдает, но не экспериментирует, а станут неотъемлемой частью трудового народа, контролирующего и переделывающего свое собственное общество.

Значение последних событий в естественных науках, особенно в области сервомеханизмов и статистики, состоит в том, что единственно возможный путь использования всех преимуществ современной техники проходит через общественную собственность и координацию всех основных процессов производства и распределения. В самом деле, действительная эволюция более тесно связанных с наукой отраслей промышленности в капиталистических странах в течение двух последних десятилетий показывает, насколько важна была даже достигнутая степень частичной координации. Однако, как мы видели, сопротивление логическим последствиям этой тенденции со стороны капиталистических собственников на деле ведет к тому, чтобы отвергнуть преимущества, которые может дать новая техника. Экономическая наука будущего станет наукой о функционировании социалистического и коммунистического производства и распределения.

Положение общественных наук

Наш длительный обзор общественных наук имел своей целью завершить картину современного состояния науки. При всей своей сложности и неизбежной неполноте он будет отвечать своей цели, если здесь будут выявлены с еще большей ясностью, чем в естественных науках, связи между общественным знанием и состоянием обществ прошлого и настоящего. Вначале нами было рассмотрено положение общественных наук и было поставлено под сомнение само их право считаться наукой. Теперь должно быть более ясно, почему воз-

никают такие сомнения. Они возникают потому, что наука об обществе имеет более глубокие корни в прошлом и более тесные связи с господствующими социальными силами настоящего, чем естественные науки. Неспособность проводить подлинные эксперименты при капитализме является только одним из проявлений присущего этой общественной системе деспотизма.

Поскольку общественные науки продолжают придерживаться старых общественных форм, постольку они не имеют будущего; однако, когда они порвут с этими общественными формами, они найдут новое вдохновение и новое поле деятельности. В социалистических, а равно и в несоциалистических странах будущее принадлежит свободному и критическому исследованию человека и его учреждений. Это исследование, как и исследование природы, получит свой полный размах в той степени, в какой оно связано с трудом всех народов, имеющих своей целью построение для себя мирной, изобильной и активной жизни.

Заключение

Этим разделом завершается шестая часть книги, которая имеет дело с наукой и с ее влиянием на общество в нынешнем столетии. Разделение на главы, охватывающие физические, биологические и общественные науки, обусловлено масштабом и областью прогресса в последние пятьдесят лет. Однако это разделение имеет тот недостаток, что оно не выявляет существенных взаимосвязей между разделами и не показывает, каким образом все научные усилия данного времени идут в одном общем направлении развития возникающих в обществе средств понимания, контроля и преобразования шаг за шагом всей окружающей среды человека и вместе с этим общества, которое он создал и в котором живет. Такова задача, которую мы попытаемся разрешить в последней части книги.

ЧАСТЬ VII

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Глава 14

НАУКА И ИСТОРИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Этой главой мы заканчиваем наше рассмотрение развития науки и техники в истории человечества, и пора попытаться дать оценку значения описанной истории. Многие важные примеры были уже приведены в соответствующем контексте разных глав. В самом деле, наиболее основательна и ценна та аргументация, которая непосредственно исходит из специфики взаимодействия науки и общества в том виде, как оно происходило. Тем не менее, если мы соберем воедино данные прошлого науки и попытаемся коротко пояснить его значение для настоящего и будущего, то это может помочь как читателю, так и автору.

В данной главе я начну (разделы 14. 1—14.3) с рассмотрения общего характера взаимодействия науки и других общественных сил в том виде, как оно выявилось из более подробного исследования предыдущих глав. При этом я попытаюсь (раздел 14.3) ответить на некоторые вопросы, возникшие в главе 1, относительно факторов, определяющих особые формы связи науки с событиями в разное время и в разных странах, особенно ссылаясь на бурный подъем научной деятельности, имевший место в древней Греции, в эпоху Возрождения, в период промышленной революции, и на наиболее значительный из них расцвет научной деятельности, переживаемый в настоящее время, а также (раздел 14.4) на то, какую роль играло разделение общества на классы в деле роста и определения характера науки. Это приводит меня к рассмотрению вопроса (раздел 14.5) о месте науки в сегодняшнем мире и к попыткам ответить на другие вопросы, непосредственно затрагивающие ученых,—о милитаризации и секретности в науке и о месте науки в управлении государством. В следующем разделе (14.6) рассматриваются благоприятные условия для прогресса науки, включая размер помощи и обмен научной информацией. Это ведет к двум весьма важным вопросам—о месте философии в науке (раздел 14.7) и о мнимой несовместимости свободы и организации в науке (раздел 14.8). Наконец (раздел 14.9), остается вопрос о непосредственных задачах науки и перспективах ее развития в будущем.

14.1. НАУКА И ОБЩЕСТВЕННЫЕ СИЛЫ

Сама вековая история развития научных, технических, экономических и политических учреждений общества некто говорит о характере связей между ними. Этот факт, повидимому, легче всего можно проследить по таблицам, помещенным на страницах 138—141, 196—197, 273—276, 374—377, 456—458, 526—527 и на вкладке. Таблица 8 показывает общие линии развития научной теории и практической техники начиная со времени возникновения человеческого общества до наших дней. В самом глубоком смысле это есть картина того, каким образом человек добывал себе средства к жизни, начиная с собирательства в период дикости, которое не намного отличается от собирательства многих животных, и кончая настоящей эпохой эксплуатации многочисленных

ресурсов с применением машин, когда все большее количество процессов природы направляется на службу человеку. Для каждой из этих различных ступеней прогресса характерно введение известной новой техники, основанной на более глубоком понимании природы. Так, с изобретением деревянного плуга с воловьей упряжью (стр. 71) земледелие перешло от разбросанных временных огородов к постоянно используемым полям. Топор и железный лемех содействовали распространению земледелия в лесных районах (стр. 90), жатка и сноповязалка, а позднее трактор широко открыли для земледелия обширные, малонаселенные засушливые районы.

Большинство технических усовершенствований являются, как мы показали, ответом на общественно-экономические требования и в ранний период (а иногда и сейчас) всецело производились самими ремесленниками, продолжающими и совершенствующими свое традиционное мастерство. Сначала науке, в том виде, в каком мы ее знаем сейчас, не было места. Наука возникает в признанной форме из общей социальной традиции ремесел лишь с началом городской жизни—цивилизации. Первое видимое отделение науки было сделано ради экономических и управленческих целей—подсчета, необходимого при расчетных операциях с храмами, из чего произошли благодаря наличию непрерывавшейся традиции вся наша математика и письменность (стр. 74). Традиции науки о числах и буквах на протяжении около 5000 лет переходили от учителя к ученику, то расширяясь и давая ответвления в тех случаях, когда этого требовала широкая организация или строй, то сокращаясь до размеров едва заметного ручейка в раздробленном обществе, как, например, в древней саксонской Англии (стр. 136).

В течение большей части истории два потока—технической и научной традиции—шли порознь друг от друга. Условия ранней цивилизации привели к разделению на классы, которое поставило ученых в положение чиновников, стоящих на стороне правящих, тогда как ремесленники лишь на одну ступень возвышались над крестьянами, а зачастую и сами были рабами (стр. 79, 99). Такое разделение сохранилось до наших дней, и его окончательное разрушение только начинается. Между тем в течение длительного периода времени разделение общества на классы обрекало науку на бесплодие, а технику—на повторение шаблонов, тогда как радикальные усовершенствования происходили лишь изредка.

Эпохи культурного прогресса

Такие благоприятные возможности для развития науки появлялись, как об этом уже говорилось, в немногие периоды мировой истории, когда частично стирались классовые различия и у ученых и ремесленников имелись общие побуждения. Считая одним периодом первый творческий расцвет ранней цивилизации (стр. 63 и далее).—до отделения ученых от ремесленников, мы можем обнаружить во всей истории только пять таких важных периодов. Остальные четыре периода следующие: древнегреческий (стр. 95 и далее), период XVI и XVII веков в Европе (стр. 203 и далее), период промышленной революции в Англии (стр. 288 и далее) и современный период научно-технических преобразований. По сравнению с этими периодами развития науки средневековый мусульманский синтез (см. стр. 161 и далее) и различные вспышки научно-технического творчества в Индии и Китае хотя и сыграли существенную роль в деле распространения культуры, но сами по себе являются относительно менее важными событиями.

Как важные, так и менее важные созидательные периоды в науке и технике возникают в истории, дополняя великие социальные, экономические и политические движения. Первый период соответствует учреждению первых государств и империй: фараонов Египта и царей и императоров Месопотамии. Он характеризуется слиянием кланов с классовым обществом (стр. 67), однако ни в коем случае не полным их преобразованием, поскольку многие стороны клановой

организации сохраняются в течение столетий, как это случилось в Китае, сохранившем их почти до наших дней. Второй, классический, или греческий, период был периодом роста, триумфа и упадка денежного и рабовладельческого хозяйства, характеризующимся открытой гражданской и классовой войной (стр. 111). После падения Римской империи место этой экономики заняла, не только в Европе, но почти во всем мире, иная, гораздо более децентрализованная и натуральная феодальная экономика, предъявлявшая вначале мало требований к науке и соответственно мало содействовавшая ее прогрессу (стр. 195).

Третьим периодом прогресса науки и техники, который с точки зрения науки, повидимому, является самым важным из всех, был период Возрождения, характеризующий начало подавления феодальной экономики новой буржуазной экономикой; тогда как четвертый период—период промышленной революции—совпадает с явным установлением промышленного капитализма в качестве господствующей в мире экономики. Капитализм отличается от более ранних форм денежного хозяйства использованием прибылей предприятия в качестве капитала для дальнейших капиталовложений, ведущих к быстрому распространению развития промышленности, включая применение машин и использование энергии каменного угля. Это была первая ступень преобразования, по важности равная преобразованию сельского хозяйства, ибо в результате этого промышленность сконцентрировалась в районах угольных месторождений или вблизи от них, а средства к существованию, необходимые для огромного населения этих районов, стали поступать отовсюду.

Пятым периодом научно-технического прогресса является период современного бурного прогресса науки и техники, продолжающегося вот уже около пятидесяти лет. В социальной области этот период характеризуется небывалой по силе и степени борьбой между капиталистами и их сторонниками, с одной стороны, и новыми социалистическими силами, опирающимися на рабочий класс,—с другой. На протяжении всего этого периода технический и научный прогресс продолжался ускоренными темпами, будучи поставлен на службу войне и миру. Это характеризуется проникновением науки во все виды производства и небывало возросшей степенью организации и взаимосвязи. В настоящее время очевидно, что мы имеем достаточные знания в области естествознания и применяющей ее на практике техники для разрешения всех важнейших проблем мировой экономики. В настоящее время мы могли бы обеспечить сносный уровень жизни для народов всего мира, и благодаря дальнейшим исследованиям этот уровень можно было бы поднимать неограниченно. Теперь мы этого определенно не делаем, и сделаем ли мы хотя бы это—зависит от разрешения социальных и экономических проблем, так как существующие ныне внутренние противоречия и открытые конфликты растрачивают ресурсы и угрожают распространением войны голода.

Соединение теории и практики

В каждый из этих периодов отмеченные значительные успехи объясняются главным образом более тесным соединением теории и практики, чем это было в промежутках между ними. Это соединение имело место, как мы уже указывали, в каждом случае общественных перемен того времени, которые давали возможность сближаться ремесленнику и ученому, а подчас полностью объединяли их. С одной стороны, это было, употребляя выражение Бойля (стр. 254), «проникновение натуралистов в ремесла», а с другой, используя высказывание Роберта Нормана, «наличие в нашей стране разных механиков, которые по своим различным способностям и профессиям знают как свои пять пальцев использование этих искусств и могут применить их в самых различных целях» (стр. 238). Такое взаимопроникновение в прошлом всегда было ограниченным и временным. После известного промежутка времени мы обнаруживаем, что, с одной стороны, научная теория, внесенная в технику, стала традиционным

ремесленным знанием, как, например, в искусстве изготовления очков, или с другой стороны, что контакт с практическими веществами внедряется в научную теорию, как это было в механике и пневматике древней Греции. Только в наши дни мы можем видеть приближение полного и постоянного слияния ученых, инженеров и ремесленников, которое может быть завершено только путем достижения совершенно бесклассового общества.

Таковы исторические факты, с которыми мне пришлось иметь дело в предыдущих главах, где я также стремился объяснить, каким образом в каждом отдельном случае связаны между собой научные, технические, экономические, политические и идеологические аспекты. Ничто не может заменить гораздо более подробного, чем я мог привести в этой книге, изучения этих фактов. Тем не менее на основе показанного начинают выявляться известные специальные объяснения, проливающие свет на действительный ход развития истории, и можно сделать известные общие выводы, которые, повидимому, применимы к настоящему и будущему. Об этом речь будет идти в следующих параграфах.

Рост науки

Процесс культурного развития можно понять еще глубже, рассматривая факты в ином порядке, прослеживая порознь потоки научного и технического прогресса. Как уже указывалось, научный поток вначале был весьма небольшим, в действительности гораздо меньшим, чем это представлялось в то время. В свете наших современных знаний мы можем отличить то, что в прежних знаниях являлось достоверным и поддающимся проверке и применимым, от того, что было неопределенным, фантастическим или сплошной бессмыслицей. Так, мы теперь отбросили астрологию, алхимию и учение о каббалистических числах, хотя в свое время все они были почитаемыми науками и много давали для престижа и заработка ученого. То же самое можно сказать о всей теории медицины и большей части медицинской практики, существовавших до XIX века и позже. Тем не менее скверная теория, если ей следовать и выверять ее, может привести к хорошему, хотя и при достойной сожаления растрате интеллектуальных усилий. Астрономия и химия—это плоды астрологии и алхимии (стр. 218, 223).

Однако именно вокруг прочного ядра поддающейся проверке и применяемой науки образовалась остальная наука. Таким ядром явилась математико-астрономическая традиция, которая не прерывалась со времени возникновения первых городов 5000 лет тому назад, накапливая одно наблюдение за другим и добавляя один метод к другому. Практические трудности приведения в соответствие лунного и солнечного календарей, все еще встающие перед нами при определении даты пасхи, оказались задачей, на основе решения которой развивалась вся математика, алгебра, а также и геометрия (стр. 75).

Древние греки из-за неумения производить численные расчеты или пренебрежения ими создали геометрию, чтобы дать наглядную и механическую картину звездного мира, фактически явившуюся началом математической физики. Это астрономическое ядро было центром не только древнегреческой науки, но также и философии. Оно, как мы видели (стр. 182), совершенно незаконно распространялось на объяснение человеческой психологии и служило также оправданию общественной иерархии. В самом деле, кроме представления звездного мира древнегреческая наука состояла лишь из описания и классификации мира природы, ценность которых для науки и практики была понята только в XIX веке (стр. 119). Другая почитаемая отрасль науки—медицина относится к этой же категории. Болезни описывались превосходно, ставились хорошие диагнозы и делались хорошие прогнозы; однако лучшее лечение состояло в том, чтобы предоставить пациента самому себе (стр. 109).

Астрономия и медицина, часто практикуемые одним и тем же человеком, спасли существо древнегреческой науки после крушения классической цивилизации и разнесли ее по всему миру. Таким образом, впервые возникла общая

мировая наука от Китая до Испании. Индийцы, арабы и схоласты (стр. 194) не столько добавили нового к основной традиции науки, сколько упорядочили ее. Это привело к лучшему объединению геометрии, алгебры и тригонометрии с астрономией (стр. 180). Введение тривиального и не очень оригинального изобретения—арабских чисел—имело решающее последствие для ускорения подсчета и распространения его применения. В то же время китайцы и арабы впервые выделили такие побочные медицинские профессии, как химия и оптика, из ограниченной области древнегреческой науки (стр. 165 и далее). Основное значение науки периода длительного упадка мрачного средневековья состояло в вынашивании новых технических изобретений, давших о себе знать только в период Возрождения (стр. 183 и далее).

Тем не менее в период Возрождения, вплоть до конца XVII века, наука продолжала интересоваться главным образом небом. В интеллектуальном отношении центром всех этих событий явилось развенчание Аристотеля; разрушение иерархической, феодальной картины мира и замена ее картиной мира, опирающейся на безличный естественный закон. Это явилось наиболее смелым теоретическим достижением человека, и хотя это достижение само по себе было сравнительно незначительным, оно позволило всей последующей науке непосредственно заняться своим делом. В эпоху Возрождения путем применения новой астрономии в навигации был сделан решающий шаг—точной науке придавалась непосредственная практическая ценность, что само по себе явилось значительным фактором в деле завоевания мирового господства новой буржуазией. XVII век явился, далее, свидетелем первого проникновения науки в область техники благодаря открытию пустоты, что привело к изобретению паровой машины (стр. 258, 322).

Только в XVIII веке наука начинает распространяться на новые области, совершенно выходящие за пределы тех областей, которые изучали древние греки. В самом деле, основной интерес переместился от астрономии к механике и химии, что связало науку с основными интересами промышленной революции—паровыми машинами и текстильным производством. Великие общие законы XIX века—законы сохранения энергии и электромагнитная теория света—характеризуют распространение математики на всю область физики. В то же время первое такое проникновение науки в область биологии было сделано благодаря работам Дарвина и Пастера (стр. 360, 363).

В XX веке все барьеры пали—нет такой области природы, в которую бы не проникла наука. В то же время наука становится творческой, созидающей свой собственный мир из изобретений в области механики, химии и электричества, а их использование имеет тенденцию заменить плоды развития чистой техники.

Ход технического прогресса

В противоположность науке с ее ограниченными возможностями техника всегда должна прогрессировать широким фронтом, охватывающим все области современной жизни. Почти всегда этот прогресс шел сравнительно медленно, продвигаясь вперед только тогда, когда новый материал или изобретение открывали доступ к недостижимым до сих пор областям. Издревле признавалось, что камень, бронза и железо составили эпохи в развитии человеческой культуры; это—технические завоевания, ничем не обязанные науке. То же самое можно сказать о революционных нововведениях: использовании огня, применении гончарного ремесла, ткачества, колеса и корабля (стр. 45, 61, 71).

Начиная с древнегреческого периода, когда большинство той техники, на которую опирается наша жизнь, было уже создано, не было заметно, чтобы наука, за исключением таких своих побочных продуктов, как монументальная архитектура и, повидимому, водопроводные сооружения, вносилась в технику. Скорость прогресса техники, повидимому, целиком зависит от социальных и экономических факторов. Значительный скачок произошел с развитием земле-

деля в долинах рек, обеспечившим прибавочный труд, с помощью которого можно было построить города и прокормить ремесленников (стр. 64). Можно предполагать, хотя этого нельзя доказать, что профессиональные ученые принимают участие в развитии механизмов, в проектировании зубчатых колес, винтов и насосов, пусть даже это сводилось только к отделке грубых открытий, изобретенных и используемых самими рабочими.

Конечно, почти все изобретения, превратившие средневековую экономику в современную—хомут, ахтерштевень, приводной молот и механические мехи,—ничем не обязаны науке. Даже очки, порох и книгопечатание являются в значительной степени практическими достижениями, хотя вдохновить их должны были ученые (стр. 189 и далее). Только в изобретение компаса и часов, имеющих важное значение для навигации, ученые, повидимому, сделали больший вклад (стр. 187 и далее).

То, что называется первой промышленной революцией—революция XVI века,—является почти целиком плодом мастерства работников, находившихся под влиянием новой капиталистической системы с ее вознаграждениями за производственную инициативу. Между тем развитие шахт, фабрик и корабельного дела привело к разработке механики (стр. 215 и далее), которая явилась основой более значительной революции, происшедшей двести лет спустя, и вдохновением для поколения ученых-изобретателей XVII века.

Основные преобразования, характеризующие великую промышленную революцию,—переход от древесного к каменноугольному топливу, от древесного к железному материалу, от лошади и гидромашины к паровой машине, от единичных операций в прядении к многократным—представляют собой продукты изобретательности рабочих, действовавших, как мы видели (стр. 305), под воздействием тройных экономических стимулов—роста рынков, последовавшей в результате этого нехватки обычных материалов и задержек в производстве, вызванных недостатком рабочей силы. Эти преобразования стали возможны только благодаря свободным капиталам для изготовления новых машин. Все это могло произойти и без науки, однако преобразование не произошло бы так быстро. Действительно, сам прогресс, выгодность и прибыльность новых машин послужили тому, чтобы привлечь науку и развить ее собственными же усилиями. Ученые становятся инженерами, инженеры изучают науку (стр. 330).

Господство человека практики, механика и его предпринимателя—промышленного магната—продолжалось и в XIX веке. Точная обработка металла, на которой основывается вся наша промышленность, была создана на верстаках и токарных станках простыми рабочими по своей собственной инициативе (стр. 332). Только в новых областях химии и электричества ученый, или чаще полный энтузиазма дилетант, имеющий поверхностные научные познания, мог взять в свои руки руководство изобретением новых технологических процессов, инструментов и приборов.

Триумф Эдисона знаменует конец эпохи изобретателя и начало новой эпохи—эпохи направленного научного исследования в промышленности, роль которого все возрастает в наше время. Отныне стренги промышленного и научного прогресса столь же тесно переплетаются между собой, как это было накануне зарождения цивилизации.

14.2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАУЧНОГО, ТЕХНИЧЕСКОГО И ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Из параллельного изучения технического и научного прогресса на протяжении веков явно вытекает следующий вывод: хотя наука, как осознанная дисциплина, существует со времени зарождения цивилизации, до XVI века, когда без нее не могло обойтись мореходство, она не имела существенного значения для каких-либо технических целей; а до XIX века,

когда наука стала необходимой для химии и инженерного дела, она не имела широкого применения.

Была ли наука действительно необходима еще для каких-либо целей на ранних этапах своего развития, это еще менее ясный вопрос. В земледелии календарь при всей его полезности не является абсолютно необходимым (стр. 75), а монументальная архитектура пирамид и храмов также могла бы, как некоторые полагают, обойтись без науки. Однако эту точку зрения не разделяли народы того времени, ибо, по крайней мере, жрецы и правители от Китая до Перу полагали, что надлежащий и упорядоченный контакт с небесными силами существенно необходим для экономического и политического благополучия. Конечно, именно этому убеждению мы обязаны той наукой, которая у нас есть.

Однако выйти за пределы довольно бессодержательной математической астрономии наука получила возможность лишь благодаря контакту, установленному ей с техникой механики, пневматики и баллистики эпохи Возрождения (стр. 223) и с пивоварением, винокурением и химической обработкой тканей XVIII века (стр. 294).

Это приводит к общему важному выводу, а именно, что, в то время как технические потребности часто, хотя и не всегда, ставили проблемы, дающие рост новым отраслям науки, научные успехи эффективно *закреплялись* в том случае, если только они могли быть применены в практических и выгодных ремеслах. Прогресс оптики обеспечили мастера-оптики (стр. 232); прогресс магнетизма—мастера, изготавлившие компасы (стр. 237). В наше время реактивные двигатели и холодильные машины содействуют развитию теории теплоты, радиопромышленность—теории звука, кинопромышленность—теории оптики, не говоря уже о теории электричества, которая является неотъемлемой частью электропромышленности.

Эти данные, а также места вспышек научной деятельности со всей очевидностью указывают на то, что для процветания науки необходим быстрый технический прогресс, а следовательно, наличие экономики, способствующей эффективным капиталовложениям. Хотя финансовые запросы науки незначительны по своим размерам в сравнении с другими производственными расходами, деньги, потраченные на науку, редко обуславливали какую-либо непосредственную перспективу возврата. Расходы на науку, следовательно, относятся по своей природе к капиталовложениям с низкой нормой прибыли, однако в них заключается возможность время от времени получить большие прибыли. Материальные факторы, препятствующие научному прогрессу, заключаются главным образом в остром недостатке ассигнований (стр. 672, 676), особенно в тех случаях, когда предусматривается широкое применение научных открытий, печальным примером чему служат изобретения Симона Стуртеванта (стр. 227) и Дени Папена (стр. 323).

Удовлетворение материальных нужд науки—это необходимое, но недостаточное условие ее прогресса; наряду с этим должно прийти ощущение влияния новизны, достаточно сильное, чтобы привлечь наиболее способных людей в лоно науки. С другой стороны, развитие науки может быть с успехом задержано господством идей, относящихся к более раннему периоду. Один из наиболее постоянных факторов, задерживающих развитие науки, исходит из самого успеха науки. Это—вера в науку как средство приобретения абсолютного и неизменного знания.

Догма научной истины

Изучение истории науки показывает, что наука—это не такая сущность, которую можно было бы определить раз и навсегда. Это есть процесс, который подлежит изучению и описанию, человеческая деятельность, связанная со всякой другой деятельностью человека и постоянно взаимодействующая с этими другими сторонами. Мы уже видели, каким образом изменяется наука—не только

путем роста и распространения на области либо совершенно новые, либо до тех пор принадлежавшие простому здравому смыслу или мифам, но также путем постоянного пересмотра своих прежних открытий с большим самосознанием и с большей силой единения.

Однако такого взгляда на науку не всегда придерживаются. В прошлом, а иногда даже ныне, внутренняя природа науки рассматривается как автономная система, как совершенно изолированная от социального мира область. Полагают, что существует внутреннее и чистое познание—единственное в своем роде приближение к абсолютной истине, которое должно достигаться надежным методом и охраняться страстным отрицанием противоположных способов рассмотрения вещей. История науки полна примеров, показывающих, что такая позиция—надежный метод торможения развития науки, часто придающий ей при этом видимость величайшей глубины и всеобщности.

Крайним примером такого торможения является синтез учений Аристотеля—Аверроэса и томизма, который обусловил господствующее во всем мире мировоззрение и метод наук с IV века до н. э. по XVII век н. э. На протяжении свыше 2000 лет это мировоззрение являлось той формой, в которой замораживалась мысль, и потребовались насильственные изменения на экономической и политической арене, чтобы вновь разрушить эти формы.

Мы, повидимому, не осознаем, что сами живем в такой период, когда происходит как более существенное преобразование науки, так и гораздо более глубокое преобразование общества. В науке, как и в обществе, все попытки спасти положение путем видоизменений, дополнений и латания старых форм одинаково бесплодны. В свете опыта и дискуссий мы должны вновь продумать до конца самые основы науки.

Отношения науки и общества

Отношения науки и общества всецело взаимны. Подобно тому как преобразования внутри науки происходят благодаря общественным событиям, так и еще в большей степени общественные преобразования осуществляются благодаря развитию науки. Эти последствия многообразны—прямые и косвенные, они оказывают влияние на материально-технический уровень развития общества и на идеи, с помощью которых оно поддерживается и преобразуется. Прямые последствия материально-технических изменений легче всего увидеть, и большинство людей считает их основными результатами науки. Эти последствия выделяются в непрерывном и постоянно ускоряющемся потоке новой техники и улучшении старой в преобразованном механико-электрико-химическом мире XX века—мире, немыслимом без науки. Косвенные последствия этих материально-технических изменений, осуществленных наукой, гораздо важнее. Хотя первоначальный рост самой науки явился продуктом действия экономических и политических сил, когда наука утверждалась как средство обеспечения экономической и политической власти, сам прогресс науки стал одной из действующих сил экономической и политической жизни. Ни одно современное промышленное государство не может существовать без науки; оно не сможет долго просуществовать, не используя целиком свои ресурсы интеллигенции для развития науки и все более широкого ее использования. Следовательно, политические формы нашего времени являются в какой-то мере результатом материально-технических последствий развития науки.

Однако материально-технический способ воздействия не является единственным способом влияния науки на общество. Идеи науки имеют глубокое воздействие на все другие формы человеческой мысли и действия—философские и политические, а также религиозные и художественные. Здесь влияние науки гораздо сложнее, чем в плане материально-техническом. Идеи науки—это не просто плоды логики экспериментальных методов; они прежде всего являются идеями, выведенными из социальной интеллектуальной основы прошлых времен, идеями, которые преобразуются—и подчас лишь весьма незна-

чительно—в ходе проверки научным экспериментом. Так, например, обстояло дело с идеей естественного закона Ньютона, которая была отражением учреждения законной, а не авторитарной формы правления (стр. 268), или с дарвиновской теорией естественного отбора и борьбы за существование в ходе эволюции, которая была отражением свободной конкуренции, полностью присущей эпохе капитализма (стр. 371). Однако хотя эти идеи происходят из более ранних социальных форм, они, будучи восприняты и использованы наукой, в свою очередь укрепляются и преобразуются. Они используются для научного санкционирования общественной практики, как это было показано во многих примерах ее истории, начиная с мирозерцания Аристотеля и далее (стр. 121).

Полное понимание постоянно изменяющихся отношений науки и общества предполагает учет как материальных, так и идеологических факторов. Никакое общество не может обойтись без совокупности научных знаний, необходимых для функционирования производительных сил. Однако, как мы видели, эта совокупность знаний до недавнего времени была весьма незначительной. Любая наука определенного общества в дополнение к этому минимуму имеет все необходимое для поддержания—в содружестве с философией и религией—существующего общественного строя. Между прочим, это обеспечивало интеллектуальным занятием немногих членов господствующего класса, которые склонны были использовать таким образом свой досуг. От такой науки нельзя было ожидать, чтобы она сама по себе стимулировала изменения в технике или определяла вид производства, однако при наличии других факторов можно было пробудить эти ее возможности. Эти факторы в большинстве своем были экономическими. Машины эпохи промышленной революции—это не простые дары изобретателей, в прежние времена была масса искусных людей, а возникли, как мы видели (стр. 288 и далее), вследствие свободных капиталов и рабочей силы и тех благоприятных возможностей, которые рынок предоставлял для получения прибыли. Однако, раз возникнув, новый процесс или машина—или, еще лучше, новый научный принцип, способный вызвать к жизни многие новые процессы и машины, как, например, получение Фарадеем электрического тока в магнитном поле,—обязательно должны изменить условия производства и создать новые возможности для изменений в экономике.

На протяжении всей истории как общественные, так и естественные науки выступают в этой роли ускорителей общественных изменений, как действующие силы, хотя и не двигатель, сами изменяясь в ходе этого процесса. Путь научного и путь экономического развития столь близко сходятся по месту и времени, что их ассоциация не может быть случайной. Иногда природа этой связи между научной и экономической деятельностью разрывалась на страницах этой книги; однако не существует и, действительно, не может существовать простой связывающей их формулы. Как уже отмечалось, именно экономические и политические условия определенного места и времени особенно благоприятствуют росту науки, ставя новые проблемы и содействуя успешному их решению. Фактически нахождение проблемы более важно, чем нахождение ее разрешения: последнее может быть получено с помощью экспериментов и логической аргументации, первое—только с помощью воображения, побуждаемого пережитыми трудностями.

Роль гения

Иногда высказывают соображение, что эта связь с экономикой затрагивает лишь второстепенные части науки и что великие открытия были сделаны гениальными людьми, не подверженными влиянию условий места и времени^{1.16; 7.3}. Коперник, Декарт, Гарвей и Линней могут служить примером людей, работавших далеко от центров технического прогресса своего времени. Это верно только отчасти, ибо XVI век в Польше, XVII—в Англии и Франции и XVIII—в Швеции были периодами национального подъема. Все же остается фактом, что, по крайней мере, в первом и последнем случаях страны, где жили Коперник

и Линней, не были центрами научно-технического прогресса и что ни Гарвей, ни Декарт не были тесно связаны с промышленностью. Это очевидное несоответствие объясняется тем, что дело не в том, где ученый родился или даже где он работал и умер. Раз ученый нашел свое призвание, которому он себя всецело посвятил, он может работать везде, где бы он ни жил. Дело не в том, какой центр научной традиции сформировал его как ученого. Для Коперника и Гарвея это была Италия, которая только что прошла вершину своего экономического и культурного величия. Для Декарта это был культурный мир французского общества, находившегося как раз накануне вступления в «Grand Siècle» («Великий век». — *Перев.*) (стр. 240 и далее). Линней является исключением; в значительной мере самоучка, он покорил царство растений с помощью почти религиозной веры, преданности своему делу и тяжелому труду. Однако его система умерла бы вместе с ним, если бы в его время не существовало множества садоводов и ботаников-коллекционеров, стремившихся всякими средствами упорядочить свои гербарии. Семена науки не всходят и не растут, пока общественная почва не будет подготовлена для них экономической деятельностью (стр. 29).

Прогрессивный рост науки происходит вследствие постоянно обновляющихся взаимосвязей науки с промышленностью. С развитием человеческого общества роль техники и науки, как мы уже видели, постоянно возрастает. Также возрастает и роль сознательной и логической науки в технике. Нам трудно вскрыть среди массы ритуальной и традиционной техники древних времен некую подразумеваемую логику, которую мы могли бы назвать наукой (стр. 50). Мы можем признать эту логику таковой только потому, что мы знаем ее будущее. Сегодня наука выступает как институт со своими правами, своими собственными традициями и дисциплинами, своими собственными специалистами и собственными средствами. Гораздо более важно, что каждая сторона жизни — промышленная, сельскохозяйственная, административная и, больше всего, военная — для своего повседневного функционирования все в большей мере нуждается в помощи организованной науки и полностью зависит от нее в своем прогрессивном развитии. Эта тенденция не только не обнаруживает никаких признаков ослабления, а, напротив, усиливается, идет по пути роста сознания человеческой деятельности, несая с собой все больший контроль над окружающей средой благодаря пониманию ее законов.

Возникновение науки как основного фактора общественного прогресса

Возникновение науки как важной действующей силы в общественной сфере представляет собой решающий и необратимый шаг во всей человеческой истории. Взятое вместе с экономическими и политическими изменениями, с которыми неизбежно связано возникновение науки, оно является событием такой же важности, как и возникновение самого человечества или его ранней цивилизации. Такие решающие изменения имеют как отрицательные, так и положительные последствия. Они не только делают возможным новое, но также и невозможным старое. Если что-нибудь пробивается в своем развитии на новую более сложную ступень, то возможность подобных скачков, происходящих где-нибудь в другом месте, быстро исчезает. Если, например, зеленые растения распространились по земле, то для других форм растений с какой-либо другой метаболической основой больше не остается места.

Рост современной науки, связанный с самого начала с капитализмом и промышленной революцией, был всеохватывающим и необратимым. Новый способ суждения и мышления о вещах, возникающий из изучения техники и ремесленного мастерства, привел благодаря преобразованию этой техники к гораздо более всестороннему подходу как к общественным, так и к техническим проблемам. При этом он также предотвратил, и будет предотвращать, любое решение, которое отвлекало бы науку от того, чтобы она стала в конечном счете действенной.

Об этом свидетельствует также пример самой недавней истории. Нацисты с самого начала были неистовыми врагами рационализма и отстаивали мистическую теорию, которая только и могла оправдать их подлинные цели—защитить монополистический капитализм,—хотя и служила маскировке этих целей. Естественно поэтому, что нацисты противились науке, но, тем не менее, они не могли обойтись без нее, ибо наука была нужна им для единственного эффективного средства действия—для войны. Любое государство или класс, которые не используют или не могут использовать науку и всесторонне не развивают ее, осуждены в существующем мире на упадок и гибель.

Преобразование экономики путем использования науки является весьма недавним событием. Оно, можно сказать, достигло решающего значения в начале XX века, а последующее развитие этого преобразования было настолько быстрым, что стало невозможным позволить науке так же медленно, как и прежде, просачиваться в существующие формы экономики. Преобразование экономики с помощью науки появилось как новая действующая сила, изменяющая все очень быстро по сравнению с продолжительностью жизни людей. В предшествующих преобразованиях цивилизации этот процесс изменений шел гораздо медленнее: новое приходило с новыми поколениями людей, а там, где велась открытая борьба, она происходила потому, что определенные общественные группы или определенные народы еще не были затронуты новыми формами экономики и сопротивлялись их введению.

В наш век новое знание и опыт в деле управления материальным миром значительно опережают развитие соответствующих форм культурной, политической и экономической жизни. Это положение часто описывается учеными мужами от науки и религии^{6.5. 215} как победа материальных сил человека над его моралью, при этом подразумевается, что развитие науки следует остановить или повернуть вспять, пока человек духовно не переродится. Однако по только что указанным мотивам это ни в коем случае не может произойти: наука приносит слишком большую пользу, пусть даже для дела разрушения. Мы должны искать скорее противоположного решения и стараться поднять моральный уровень человечества с помощью лучше организованного общества. Хотя подобные попытки предполагают борьбу и преодоление трудностей, есть все основания надеяться на быстрый успех. Ибо вместе с наукой приходит также несуществовавшая ранее способность понять положение общества, а также способность понять и средства решения практических проблем перехода с помощью сознательной общественной организации. Ценность изучения места науки в истории общества заключается в том, что оно дает понимание экономических и технических преобразований, ведущих к окончательному и величайшему преобразованию в истории.

14.3. ПУТЬ НАУЧНОГО ПРОГРЕССА

Остается рассмотреть еще один важный исторический вопрос. Каким образом изучение науки в истории общества помогает объяснить данный путь промышленного и научного прогресса? Как получилось, что прогресс науки следовал по определенному руслу—от плодородных равнин Вавилона и Египта, через Средиземное море к Греции и Италии и к закреплению в свой величайший формироваельный период XVII века на берегах Северного моря, и оттуда—в наше время—к распространению по всему миру? Из сказанного выше, особенно во введениях к первым четырем частям и в этой главе, очевидно, что здесь дело не в непреклонной предопределенности, хотя, конечно, чтобы какая-нибудь область стала центром цивилизации, она прежде всего должна отвечать определенным условиям.

В пределах своих границ ни один район не может длительное время быть центром экономического и культурного прогресса без соответствующих природных богатств: хороших охотничьих угодий, пахотных земель и лесов,

залежей угля и железной руды, нефтяных и гидроэнергетических ресурсов— в соответствии со степенью технического развития. Равно важным негативным условием является отсутствие климата, ведущего к эндемическим заболеваниям или к общей слабости, такого климата, как, например, тот, который положил конец ранней цивилизации Майя. Таковы лишь элементарные условия, дающие возможность для культурного и экономического прогресса, ибо на каждой ступени развития не один, а многие районы имеют необходимые ресурсы и климат. Большая часть мира, покрытая тундрой, пустынями, тропическими лесами, не поддавалась освоению до наших дней; однако остается множество других районов, отвечающих этим элементарным условиям.

Какая из географически пригодных областей станет средоточием прогресса, скорее зависит от форм общества—от производственных отношений—и от сопутствующей им экономики и политики. Здесь географические факторы могут все же играть некоторую роль; полная изоляция может задержать развитие, как это произошло с местными американскими цивилизациями; однако, с другой стороны, слишком легкий доступ из других районов, как это было в Вавилоне и юго-восточной Европе, может привести к регрессу в результате проникновения менее цивилизованных племен. Более решающее значение, особенно в позднее время, имело постоянство внутренних стремлений к изменениям, обусловленное последствиями классовой борьбы,—техника и культура являлись в свою очередь оружием для обеспечения господства каждого восходящего класса и развивались в ходе борьбы.

На ранних ступенях развития общества эволюция сначала сельской, а затем городской культуры, повидимому, могла происходить и действительно происходила повсюду, где были благоприятные материальные условия (стр. 63 и далее). Вследствие значительной географической обособленности культурных центров появилось около полдюжины различных форм цивилизации, включая изолированные цивилизации Центральной и Южной Америки. В результате учреждения этих цивилизаций была сохранена внутренняя традиционная преемственность в материальной технике и общественных формах, что, в известных пределах, сделало эти цивилизации устойчивыми по отношению к внешним влияниям. Каждой эпохе—эллинской, индийской и китайской—свойственны отличительные черты, от основных идей до типов орнамента.

Допустить наличие различных типов цивилизации не означает признать мистическую трактовку цивилизации как некоего биологического вида, который эволюционирует, распространяется или становится вымирающим, или, что еще более нелепо,—как одухотворенного существа, которое рождается и умирает, как это признавалось недавно модными убеждениями, развиваемыми Тойнби и Шпенглером^{1.20; 6.172}; термин «цивилизация» представляет собой подходящий способ группировки событий, происходивших в данной области, иногда действительно очень обширной, что зависело от единой непрерывной духовной и технической традиции. При внимательном рассмотрении цивилизации неуловимы и неопределенны, постоянно изменяются и переходят друг в друга. В какой мере можно сказать, что китайская буддистская культура относится к индийской цивилизации? Основными и устойчивыми признаками цивилизации являются средства производства, вид сельского хозяйства и промышленности, а также производственные отношения, будь то классические, феодальные или капиталистические. Язык, литературная и мифологическая традиция могут помочь обеспечить связь, как сделал это Гомер для древних греков или Библия—для древних евреев.

Общий тип сельского хозяйства и промышленности является одним из сравнительно неподвижных форм и учреждений; однако многие черты цивилизации могут легко распространяться и действительно легко распространяются. Благодаря купцам и странствующим ремесленникам широко распространились те технические приспособления, которые могут быть изготовлены повсюду, раз известен способ их изготовления, как, например, колесница и перегонный

куб. Технический уровень, которого достигли все аграрные цивилизации, был очень схож. Благодаря бродячим ученым приносившие пользу интеллектуальные идеи—математика, астрономия и, в меньшей степени, алхимия—также были разнесены почти повсюду и имели тенденцию образовать общую совокупность знаний, толкуемых различным образом с тем, чтобы приспособить их к преобладающим традиционным и религиозным идеям. Как мы видели, по крайней мере до XV века отношения между основными цивилизациями строились на честной взаимно выгодной основе. Внешне не существовало заметного превосходства одной цивилизации над другой, и смысленный итальянец Марко Поло при всем своем удивлении перед изысканностью и культурой китайцев без труда занял пост в их административной системе.

Все же только одна из этих цивилизаций могла породить следующую фазу прогресса: экономически—капиталистическую, технически—научную. С точки зрения материального оснащения основные центры цивилизации в средние века мало различались; не намного они отличались друг от друга и в интеллектуальном отношении. Благодаря посреднической роли мусульманской культуры общее наследие эллинской, месопотамской и индийской культур в математике и астрономии, послужившее основой дальнейшего прогресса, было достаточно широко известно и повсюду сделало возможным этот прогресс. Я полагаю, что два решающих фактора могли дать Европе преимущество в отношении дальнейшего развития: в позитивном отношении—наличие специфических побудительных мотивов к развитию промышленности, возникших благодаря растущему рынку и росту цен в XVI веке в сравнительно слабо заселенном районе (стр. 225); и в негативном отношении—отсутствие труднопреодолимых традиционных преград, подобных тем преградам, которые были созданы религиозным фанатизмом в мусульманских странах и Индии (стр. 167) и бюрократическими рогатками в Китае (стр. 185).

Эти условия эффективно ограничили место возникновения капитализма и краха феодализма Европой, а в Европе—рядом благоприятных районов. Каковы были, коротко говоря, специфические преимущества Италии, Франции и стран, прилегающих к Северному морю, в XV и XVI веках? Италия и Франция были самые богатые и наиболее густо населенные области Западной Римской империи, они сохранили большинство старых традиций, в частности традиции городской жизни и ремесленничества. Однако их основные природные богатства нельзя было сравнить с природными богатствами стран, прилегающих к Северному морю,—Фландрии, Голландии, Фрисландии и нижних рейнских земель, а также Англии (стр. 171). Раз появилась возможность расчистить землю от лесов и в общем осушить ее, эти страны имели несколько лучшие для ведения сельского хозяйства почвы при условии наиболее устойчивых в мире осадков^{6.176}. До сих пор они дают рекордные урожаи с акра земли. Англия производила лучшую в мире шерсть, которая стала основой ее величия^{3.32a}. Северное море обеспечивало обильные уловы рыбы. В самом деле, страны, прилегающие к Северному морю, мало в чем испытывали недостаток, за исключением соли, красителей и пряностей. Вначале они располагали большим количеством леса; когда запасы леса иссякли, ему была найдена замена в угле, месторождения которого выходили на поверхность, и вместе с тем в этих странах научились изготавливать и использовать в большем количестве железо. Далее, почти во всем этом районе водный транспорт обеспечивал возможность беспрепятственного взаимобмена материалами и товарами. Таковы все необходимые условия; ни один район со значительно худшими природными условиями не мог бы пронести путем успешных технических преобразований бремя распространяющейся культуры, которая всегда способна до предела использовать имеющиеся в распоряжении ресурсы, прежде чем можно будет мобилизовать новые ресурсы.

Все эти благоприятные условия не использовались бы, если не было бы создано общественных средств для их использования. При феодальной сис-

теме этого сделать было нельзя; но при капитализме можно было использовать ресурсы со все большей эффективностью, так как прибыли, полученные от первых успехов, вкладывались обратно в производственные предприятия. Далее, капитализм мог использовать усовершенствованную технику и поощрить науку на создание в корне новой техники.

Нелегко было заложить основы для капитализма. Первая попытка создания основ капитализма в Италии XIV века к XVI веку потерпела крах под объединенным воздействием внутренних тенденций и наступления феодальных сил Италии и Испании, вновь уступив место феодализму (стр. 194). Создание первых прочных основ капитализма в Нидерландах в XVI веке произошло не без насильственной и даже не без отчаянной борьбы (стр. 225). Однако с упрочением капитализма предоставляемые им огромные экономические преимущества обеспечили его распространение, сначала как примера, а затем путем завоеваний, по всему миру. К середине XVII века стало ясно, что ни одна страна, которая не приняла капитализм, не сможет противостоять капиталистическим странам.

Далее, стимулы, которые ранний капитализм дал науке, обеспечили подавляющее преимущество новой науки над всем тем, что могло явиться результатом духовного развития в более старых культурных центрах. Действительно, ни в Индии, ни в Китае, несмотря на их прежние культурные достижения, после XVI века до наших дней не наблюдалось сколько-нибудь значительного прогресса. Экономическое и политическое вторжение иностранных капиталистических держав предотвратило какой бы то ни было последующий расцвет культуры в этих странах. С XVII до начала XX века наука и духовная культура были европейской монополией, все более сосредоточиваясь в центрах тяжелой индустрии. Сегодня мы наблюдаем начало обратного процесса—широко распространившуюся децентрализацию науки и техники; этот процесс, несмотря на все усилия мастеров «западной христианской цивилизации» удерживать науку в своих руках, покажет, что люди всех рас и традиций могут пользоваться преимуществами, предоставляемыми наукой и техникой. Именно в нашем современном мире с его конфликтами между сдерживающими и освобождающими силами, а не в каком-нибудь воображаемом идеале и вневременном государстве мы должны искать решения проблем науки касающихся общества.

14.4. НАУКА В КЛАССОВОМ ОБЩЕСТВЕ

Остается рассмотреть еще одну сторону взаимодействия между наукой и обществом—влияние на науку деления общества на классы, существовавшего с самого начала цивилизации. Будучи воспитанными в классовом обществе и, таким образом, принимая его как само собой разумеющееся явление, нам нелегко понять, какое значение имеет деление общества на классы для науки.

В действительности, как мы стремились показать в этой книге, деление общества на классы со времени его возникновения оказывало воздействие на науку как в материально-техническом, так и в идеологическом отношении, воздействовало на ее структуру, развитие и применение (стр. 31).

Последовательные преобразования техники, происходившие со времени возникновения цивилизации по настоящее время, вызывались на каждой ступени развития общества заинтересованностью отдельных лиц и групп из числа правящего класса того времени. Блага, которые эти преобразования приносили другим классам, были случайными. Рабов и крепостных, справляющихся со своей работой и производящих продукты питания, следовало содержать так, чтобы они были работоспособными. Когда машинное оборудование цивилизации усложнилось, некоторые из них могли получить известное образование.

Мы можем справедливо восхищаться египетскими пирамидами как успехом архитектуры и строительного искусства; однако они выражают ненужность труда десятков тысяч людей ради сомнительного блага души фараона, а также действительного престижа и доли прибыли жрецов-подрядчиков. Неизменные реликвии дедовых времен, оставленные нам ими в виде безобразных городов и загаженных сельских местностей, напоминают о той цене, которую народ должен был заплатить за прогресс промышленной революции. И ныне, в этот век науки, как ужасно мало новые знания, мастерство и изобретательность используются для какого-либо улучшения условий жизни человека и как много—для совершенствования орудий разрушения!

То, что развитию науки, как и других сторон цивилизации, мы обязаны наличию классовых обществ,—это исторический факт. Бессмысленно искать, каким еще образом могла развиваться наука, но глупо и полагать, будто бы за неимением других причин она должна оставаться под тем же покровительством. Классовое общество оставило нам некоторые весьма прекрасные вещи, однако оно вместе с тем оставило нам весьма скверные способы получения и использования этих вещей.

Многими примерами в предыдущих главах (стр. 308) ясно показано, что именно наличие классовых интересов постоянно сдерживало прогресс науки. Успешное применение науки в военных целях или применение ее ради извлечения прибыли в мирное время являлись единственными критериями технического прогресса. Создание же новой техники было единственно доступным способом для закрепления достижений развивающейся науки. Мы видели (стр. 305, 348), особенно на примере истории химии и электричества, что только тогда, когда новый химический препарат или отдельный прибор появлялся в большом количестве в продаже—что часто было много лет спустя после его первого открытия,—он мог стать основой дальнейшего научного прогресса.

При рассмотрении уровня наличного технического мастерства и интеллектуальных способностей в различные периоды становится очевидным, что они если и были, то очень редко основным фактором, ограничивающим прогресс промышленности. Даже в прогрессивном XIX веке именно недостаточность ожидаемой прибыли долго еще удерживала недальновидных и цеплявшихся за традиции капиталистов от пуска новых предприятий, ставших уже осуществимыми (стр. 342). Рано или поздно один из них решался на этот шаг, и тогда все остальные спешили последовать его примеру. Общим последствием явилось то, что прогресс науки шел значительно медленнее и сумбурнее, чем это было необходимо.

Теперь, когда процесс случайного применения научных открытий на практике уступил место системе организованных исследований в области промышленности, можно было бы предположить, что такие задержки станут делом прошлого. Действительно, если препятствие развития науки—недостаток капитала—уменьшилось с ростом концентрации капитала, то также уменьшились и те побудительные мотивы, которые раньше создавала конкуренция; а крупные монополии, пришедшие на смену множеству конкурирующих фирм, не торопятся вводить радикальные новшества. Примеры этому были приведены в предыдущих главах (стр. 422, 437). Я хочу остановиться только на одном факте, происшедшем в самом центре научной промышленности. Принципы, лежащие в основе флуоресценции, были известны задолго до изобретения лампочки накаливания; однако прошло сорок лет, прежде чем должным образом поддержанные исследования сделали возможным ее коммерческое использование. Широко разрекламированные успехи направляемой монополиями науки, как, например, в области изготовления найлона и телевизоров, не дают нам видеть то, что еще не сделано (стр. 440), ибо возможности применения науки известны лишь немногим. Но эти немногие люди достаточно хорошо видят, в сколь незначительной степени используются огромные ресурсы действительного знания вследствие неправильного руководства и ограничений, кото-

рые ставятся всему, что не обещает непосредственной прибыли. Тем или иным путем науке мешают служить человечеству. Ограничения науке ставит не та или иная форма классового общества, а самая его сущность—эксплуатация человека человеком.

Наличие классов в обществе оказывает влияние не только на материально-технические последствия знания, но и глубоко вторгается в его корни—в идеи. Грамота и культура принадлежат господствующему классу, и основные идеи, находящие свое выражение в литературе и науке, неизбежно окрашены предубеждениями правящего класса и его самооправданием. В то же время запасы практического опыта, получаемого в результате повседневной работы, благодаря которой содержится все общество, не находят литературного выражения и не связаны с академическим знанием. Знаменательно, что в периоды величайшей плодотворности искусства и науки—древнегреческий, Возрождения, Просвещения—на короткое время классовые барьеры частично ломались. В такие периоды целью поднимающегося класса было овладеть грамотностью, культурой и наукой и вместе с тем сделать их гораздо более общедоступными (стр. 609).

Именно своей основной философией класс оказывает наибольшее влияние на науку: на естественные науки—в пределах, устанавливаемых опытом; на общественные науки—целиком. В течение многих веков, как мы видели, естественные и общественные науки не были отделены друг от друга. Целью всеобъемлющей философии, по мнению древних греков, было воспроизведение всесторонней картины всей вселенной, причем ее устройство, открываемое данной философией, использовалось, в частности, для оправдания общественного устройства городов-государств. Платоновский идеал, точно так же как и «золотая середина» Аристотеля, являлся политико-научным построением (стр. 105, 113).

Когда разум потерпел неудачу, ему на помощь была призвана вера, если и не для оправдания, то, по крайней мере, для того, чтобы сделать сносной, считая ее ступенью в рай, совершенно порочную и несправедливую общественную систему Римской империи. Наука отошла на задний план; начав же вновь развиваться, она в течение длительного времени оставалась прикованной к схоластике, основной целью которой и на этот раз было оправдание с позиций священного писания и разума шаткой и неэффективной феодальной системы.

Решающий шаг, сделанный в период Возрождения, состоял в разграничении духовного и материального миров, что предоставило естествознанию достаточную свободу обратиться к практическим вопросам, однако свои идеи наука все еще черпала из старой теологически-философской системы. Как бы ни велики были материально-технические успехи новой науки, эти идеи оставались под спудом в течение прогрессивного, оптимистического периода промышленной революции и снова вышли на поверхность в период упадка капиталистической системы (стр. 614). Как и в прежние времена, необходимость в философском оправдании внутренне несправедливой системы классового господства порождает идеалистические извращения философии. Некоторые из этих извращений представляют собой наивное отождествление верховного, духовного, идеального с особыми атрибутами высших классов, а настоящие о наличии чего-то неземного используются для прикрытия существующего строя общества божественной санкцией (стр. 80). В более софистической форме, принятой, в частности, в христианстве, религиозность была демократизирована на том условии, что власть и богатство оставались в этой мирской юдоли печали за светскими властями—философия «благости на небесах» (pie-in-the-sky)*, которая может столь удобно подменить социальную спра-

* Видимо, имеется в виду философия пиетизма, начавшая отходить от раннехристианских утверждений о равенстве всех перед богом и учившая в интересах крупных феодалов терпеливо сносить все превратности земной судьбы, уповая на потустороннее небесное блаженство.—Прим. ред.

ведливость милосердием (стр. 152). В более крайних формах мистицизма проповедуется уход от «нереального» мира, что имеет своим результатом полное безразличие ко всему происходящему. Этими полурелигиозными взглядами пропитывается остов самой науки, и с их помощью она постоянно уходит из реального мира.

Наука как производительная сила

Эти замечания о классовом характере науки не просто исторические и академические; они должны помочь нам понять конфликты, раздирающие науку, а также и общество в наше время. Когда как ученые, так и широкие слои народа поймут общественное значение науки, они не смогут больше жить по-старому и не допустят, чтобы наука и техника развивались от случая к случаю под действием сдерживающих и извращающих их развитие частных интересов. Новое знание характера и сил науки нельзя отбросить, однако принять это знание—значит принять ответственность общества за руководство всей наукой и поощрение ее развития (стр. 29 и далее).

По тем же причинам бесполезно роптать на развитие науки в прошлом. Наука, как и все другие институты человеческого общества—язык, искусство, религия, право и политика, достигла такого значения и силы, которые превосходят средства или побуждения, помогавшие шаг за шагом создавать ее. Будучи как никогда тесно связанной с практической техникой, естественная наука имеет бóльшую независимость, чем другие, более чистые общественные институты, ибо она надежно закрепилась в материальном мире, в свойствах одушевленных и неодушевленных вещей.

Еще большее значение имеет тот факт, что наука в последнее время становится тем, чем всегда была техника,—неотделимой частью производительных сил общества. Техническое знание (*как делать*) в настоящее время всегда нуждается в поддержке научного знания (*почему так делать*) для поддержания жизни и роста современного общества. Отчасти наука может быть нечестно добытым и несправедливо скрытым сокровищем, однако она, тем не менее, остается сокровищем. В настоящее время наука должна распространяться и расти ради общего блага

14.5. НАУКА В МИРЕ НАШИХ ДНЕЙ

Прежде чем мы сможем успешно рассмотреть значение изучения истории науки для наших современных проблем, необходимо сначала более пристально рассмотреть положение науки в современном мире и связать это с действительным распространением политической и экономической мощи, сведя это в несколько параграфов и дополнив таким образом сказанное в части VI.

Наука распределяется между различными районами мира очень неравномерно; кроме того, она к тому же очень быстро изменяется. Ее распространение, по указанным выше причинам (стр. 386), очень тесно связано с распространением тяжелой индустрии. Более $\frac{9}{10}$ кадров научных работников всего мира сконцентрированы на нескольких десятках миль близ джюжины основных угольных месторождений и примерно такого же количества столичных и портовых городов в других районах. Население этого быстро растущего индустриального сектора мира составляет около 340 млн. человек, или примерно 14 процентов всего населения земного шара. Остальная часть мира—земледельческая, где наибольшая концентрация населения имеет место в бассейнах полдзюжины крупных рек и на высокоразвитых в культурном отношении островах, вроде Японии и Явы, занимая $\frac{1}{200}$ часть населенной территории земли, причем ее население насчитывает около 900 млн. крестьян, столь скверно обслуживаемых наукой. В остальной части мира, кроме фактически незаселенных пустынь, гор и тундры, проживает 1,2 млрд. населения, также большей частью крестьяне, что составляет $\frac{1}{2}$ всего населения земного

шара, хотя они занимают 90 процентов населенной территории земли (см. карту 5).

Эти чисто географические подразделения приобретают смысл для настоящего и будущего науки только в свете политических и экономических систем, которые в настоящее время там господствуют. Сегодня мир разделяется наиболее естественным образом на три сектора, которые можно назвать капиталистическим, социалистическим и бывшим колониальным секторами, причем последний ныне быстро превращается в союз государств, не являющихся уже частью «свободного мира».

Вначале идут высокоразвитые индустриализованные империалистические государства—новые и старые: Соединенные Штаты Америки, Англия, Германия, Франция, Италия, вместе с более мелкими и слабыми в промышленном отношении государствами Европы, которые в экономическом, стратегическом и политическом отношении подчинены Соединенным Штатам Америки и Англии. Население этих стран составляет 400 млн. человек, из которых примерно 250 млн. занято в промышленности, а 150 млн.—в сельском хозяйстве. Главные центры капитализма занимают еще более ограниченный район—фактически он сводится к восточным штатам и штатам района Великих Озер в Америке, промышленной Англии и Руру, ибо эти области производят 60 процентов мирового производства стали, решающего материала современной промышленности. Здесь в период между кризисами происходит быстрая индустриализация и быстро растет производство, однако в Америке темпы настолько выше, чем где бы то ни было, что производство здесь достигло небывалой концентрации. Реальный контроль над этим индустриальным комплексом ни в коей мере не объединен, ибо продолжает существовать конкуренция и постоянно создаются новые комбинации сил. Однако господствующая олигархия, постоянные директора пятидесяти крупных финансовых и промышленных трестов мира, представляет собой небольшую замкнутую группировку, насчитывающую, вероятно, не более ста человек, основные капиталы которых находятся в Соединенных Штатах ^{7.20a}.

Второй сектор мира состоит из тех стран, которые в разное время, начиная с 1917 года, свергли капиталистическое господство и находятся на различных ступенях пути к бесклассовому коммунизму. Население этих стран составляет около 900 млн. человек, или $\frac{1}{3}$ всего населения земного шара. Существующая в настоящее время степень индустриализации там низкая; в промышленности занято 90 млн. человек, или 10 процентов, или 25 процентов, если исключить Китай с его в основном крестьянским населением. Существенной чертой этого сектора в отношении использования науки являются чрезвычайно быстрые темпы индустриализации, а также то, что в отличие от тенденции к централизации в капиталистических странах здесь индустриализация проводится широким фронтом в целях подъема уровня промышленного производства одинаково во всех районах, развития сельского хозяйства—в промышленных районах, а промышленности—в сельскохозяйственных районах. Это также предполагает активное и плановое использование науки как в промышленности, так и в сельском хозяйстве.

Третий сектор мира включает в себя оставшиеся районы Европы и Азии, а также всю Африку, Океанию, Центральную и Южную Америку. Это в основном район, поставляющий сырье и продовольствие для старых империалистических стран. Из общего населения этого сектора—1,2 млрд. человек (или $\frac{1}{2}$ населения мира)—только 5 процентов занято в промышленности, причем почти все они находятся в единственной промышленной стране Азии—в Японии. Остальное население, за исключением привилегированных фермеров британских доминионов, является крестьянами, рабочими плантаций или крепостными, имеющими очень низкий уровень жизни.

Самым простым способом это можно увидеть из данных об абсолютном потреблении продуктов питания. Народы, потребляющие в день 2600 калорий

на душу, все находятся либо в первом секторе, либо в таких странах, как Австралия и Новая Зеландия. На другом полюсе, в большинстве азиатских и африканских стран, потребляется менее 2200 калорий на душу^{7.26a}. Такая материальная нищета создает более сильную восприимчивость к болезням и снижает эффективность средств для борьбы с ними. Средняя продолжительность жизни в Индии—всего 27 лет по сравнению с 68 годами в Англии. Наряду с этим в колониальных странах существует также массовая неграмотность и бедняцкое сельское хозяйство, которое постоянно снимает все меньшие урожаи.

140 млн. человек из этой части мира, или 12 процентов, непосредственно находятся под империалистическим господством старых промышленных держав, остальные 530 млн. человек, или 44 процента, включая самые населенные страны—Индию и Пакистан, только недавно добились своей политической независимости, а в экономическом отношении все еще подчинены империалистическим державам, новым и старым. Это проявляется в торможении промышленного развития в интересах империалистических держав и в сосредоточении всей экономики этих стран на производстве сельскохозяйственного и минерального сырья—стратегических металлов и нефти,—которые с прибылью можно добывать благодаря дешевизне труда. Почва истощается вследствие однополюсной системы ведения сельского хозяйства часто на плантациях, принадлежащих иностранцам, а продукты обрабатываются лишь настолько, насколько это нужно, чтобы их можно было увезти с наибольшими удобствами. Наконец, прибыли, получаемые от предприятий в этих странах, не остаются в стране и не могут быть использованы для укрепления ее в экономическом отношении.

Отсутствие индустрии в этой колониальной и полуколониальной части «свободного» мира также создает условия для того, чтобы эти страны управлялись наиболее недемократическим образом в интересах великих держав либо непосредственно иностранными чиновниками, либо косвенным образом, с помощью подставных лиц местных помещиков и капиталистов, хотя этот контроль под давлением народа быстро уходит из рук иностранцев. Нужно ли говорить, что в этих условиях мало остается места для науки, несмотря на наличие растущего понимания ее значения. В Африке и Южной Америке, взятых вместе, меньше ученых, чем в Голландии.

Использование науки в капиталистическом секторе мира

Наиболее характерными чертами научного исследования и развития науки в капиталистических странах в настоящее время, особенно в Соединенных Штатах Америки, являются концентрация и милитаризация науки. Ни в один из предшествующих периодов истории промышленное производство и прежде всего научные исследования не были сконцентрированы в такой небольшой части мира, и никогда доля научных исследований в военных целях по сравнению с исследованиями в гражданских целях не была столь велика, как теперь (стр. 448). Обе эти черты являются следствием развития контролируемой монополиями промышленности.

Погоня за максимальной прибылью (стр. 606) является здесь господствующим фактором, определяющим распределение усилий между отраслями промышленности и между различными науками, которые их обслуживают. На протяжении всей истории капитализма технология производства развивалась только тогда, когда это представлялось наиболее выгодным способом организации производства, и лишь в этом случае обращались за помощью к науке. При наличии дешевой рабочей силы и старого, уже окупившегося машинного оборудования, как, например, в английской текстильной промышленности, за последнее столетие не делается никаких серьезных усилий для усовершенствования техники или использования науки^{7.15—16}.

Практически применение научных исследований является формой капиталовложений. Это взаимоотношение признано лишь недавно. Данный вопрос

впервые серьезно был рассмотрен Быховским в 1947 году, и теперь эта точка зрения общепринята^{6.11}. О проведении научных исследований имеет смысл хотя бы подумать—и только в тех областях, где имеется возможность вложения новых капиталов. Даже в этом случае общая сумма, расходуемая на научные исследования и развитие науки, составляла до самого недавнего времени только 12 процентов в Англии и 17 процентов в США от всех новых капиталовложений^{7.14}. С ростом монополий саморазвивающийся бессознательный процесс стал сознательно проводимой политикой. Расчеты на получение прибыли в небывалых размерах—до 50 процентов в Америке, где большинство компаний считает, что оборудование должно окупить свою стоимость в течение 2—5 лет,—являются необходимым предварительным условием для солидных капиталовложений, и развитие науки, а также проведение исследований будут возможными только тогда, когда они обеспечат получение таких прибылей.

Контроль монополий над наукой настолько хорошо маскируется искусством рекламирования, что широкие слои населения уверяются в том, будто суммы, расходуемые на исследование в области промышленности, идут в первую очередь им же на пользу, а не направляются, как это имеет место даже в гражданском секторе производства, на изготовление таких товаров, как телевизоры и модные безделушки, где размеры прибыли наибольшие.

Именно те же требования получения максимальной прибыли придали в последние годы технике и науке сильный военный уклон. Прибыли в области военного производства огромны: население платит налоги, не задавая неместных вопросов, а военные товары не встречают препятствий на рынке. Они могут быть потреблены во время войны или, если ее не будет, выброшены через несколько лет как устаревшие. Спрос на эти товары повышается также с помощью всех средств пропаганды, необходимой для поддержания военной лихорадки и оправдания военных расходов. Одним из последствий этого положения является милитаризация науки со всеми ее последствиями: секретностью, предупредительными мероприятиями и охотой за ведьмами, которая уже рассматривалась нами (стр. 441), о чем речь будет идти несколько ниже (стр. 674).

Тем или иным путем, прямо или через правительственные агентства, наука в капиталистическом секторе мира попала под контроль небольшого числа крупных монополистических фирм. В США^{6.1} университеты уже находятся в руках монополий; представители монополий заседают в руководящих органах университетов; они предоставляют средства и распределяют правительственные дотации; они дают работу оканчивающим высшие учебные заведения; они могут создать или уничтожить ведущих ученых; их влияние господствует в научных обществах, которые могут существовать только благодаря их субсидиям. Только преимущества сохранения в глазах благонамеренного общества видимости академической свободы и благосклонного поддержания ее мешают им раскрыть свое подлинное лицо.

В самом деле, уже с начала XX века политика поддержки научных исследований наряду с меценатством и покровительством искусств была одним из специально созданных столпов моральной позиции крупных династий монополистов: Рокфеллера, Меллона, Форда и Дюпона. За ничтожную долю прибыли, полученной в результате многолетней эксплуатации, они получали возможность выступать в роли основных покровителей беспристрастных научных исследований. Со времени второй мировой войны их место заняло правительство, которое стало, как уже говорилось, основным источником субсидий не только для университетских исследовательских фондов, но и для проведения научно-исследовательской работы в промышленности вообще. Это новое мероприятие, имеющее место как в США, так и в Англии, сводится к тому, что контракты на проведение исследования и развитие теоретической науки заключаются почти исключительно в военных целях. Это оказалось

очень удобным для монополистических фирм, так как правительство оплачивает стоимость расходов и берет на себя все убытки; когда же эти научные открытия внедряются в производство, то все прибыли получает промышленность. В 1951 году правительство США оплатило 55 процентов расходов на исследования в области электроэнергетики, 58 процентов—в области приборостроения и не менее 84 процентов—в области самолетостроения. Это составляет около 1 млрд. долларов, или почти половину всех расходов на индустриальные исследования США^{7.12}. В Англии подобные цифры найти гораздо труднее, однако действительное распределение расходов на исследования между несколькими крупными фирмами в авиационной и машиностроительной отраслях промышленности показывает, что точно такой же процесс происходит и здесь^{6.35–36}.

Организация исследований

Именно исходя из роста индустриальных и правительственных исследований необходимо рассматривать существующую в настоящее время организацию исследований в капиталистических странах. Эта организация теперь совершенно изменилась по сравнению с тем, какой она была в самом начале в академиях XVII века, хотя последние сохранились как почетные учреждения. Цели организации научно-исследовательской работы изменились, а ее масштабы неизмеримо выросли. Она занимается использованием науки как для обеспечения деятельности экономики и системы управления государством, так и для их развития—государств, технически заинтересованных в подготовке к войне. Современная организация науки не ограничивается, да фактически и не заботится о внутреннем развитии науки. Тем не менее, поскольку само существование гораздо более дорогостоящих, чем ранее, научно-исследовательских органов стало почти целиком зависеть от государственного промышленного финансирования, будущее науки прямо и всецело определяется способом организации этих исследований.

К концу XIX века старая форма прогресса науки, осуществлявшегося благодаря деятельности отдельных людей науки, либо имевших достаточное состояние, либо зарабатывавших себе на жизнь частными консультациями, фактически исчезла (стр. 386). Вместо этого теперь главная работа по развитию технических основ науки сосредоточивается в университетах, где к старым функциям преподавания добавились новые функции—проведение исследований. Эта форма прогресса науки с тех пор стала почти повсеместной, причем единственным исключением является наличие сравнительно небольшого числа исследовательских учреждений, однако даже они имеют тенденцию устанавливать связь с университетами. Прогресс науки сначала выступал как побочный продукт преподавания общих дисциплин, однако по мере роста значения науки появилась тенденция к преобладанию научных исследований над преподаванием и к сведению самого преподавания науки к вводу к курсу к научным исследованиям.

Однако исследования, к которым готовят студентов, проводятся в значительной степени вне университетов, на промышленных предприятиях или в правительственных службах. Строго индустриальные исследования начинают в основном проводиться со второго десятилетия XX века, если не считать их первые шаги в электропромышленности в конце XIX века. Однако рост индустриальных исследований шел гораздо быстрее, чем рост старых форм научного исследования^{7.18}. Между 1920 и 1950 годами индустриальные исследования во всем капиталистическом мире выросли, повидимому, почти в 50 раз, а подавляющее большинство значительно возросшего отряда активных научных работников уже занято на производстве или в промышленных секциях военных приготовлений. Первоначально целью индустриальных исследований было применение результатов науки к нуждам производства. С течением времени органы, проводящие индустриальные исследования, накапливали

все больше фундаментальных знаний, особенно в области физики и химии, и брали себе на службу способных исследовательских работников в ведущей науке. В результате этого центр тяжести науки все более перемещается в сферу производства со многими скверными последствиями не только вследствие все большего засекречивания, но также вследствие устранения всякого контроля над общим руководством научными исследованиями со стороны компетентных и независимых ученых.

Правительственные и военные исследования

Однако организация науки совсем недавно стала развиваться прежде всего за счет широкого вмешательства правительств. Правда, начиная уже с XVII века наука получала некоторые правительственные субсидии, но они почти полностью расходовались на содержание специальных астрономических или картографических служб или на соответствующую стандартизацию мер и весов. В капиталистических странах до самых последних лет фактически довольно определенно и сильно противились вмешательству правительства в науку, ибо это помешало бы должному использованию науки ради получения прибылей отдельными лицами и конкурирующими между собой корпорациями.

Такое сопротивление, как мы видели, было решительно отвергнуто вследствие вновь возникших у правительства и монополистических фирм общих интересов в области военных исследований. Процесс перехода к организованным научным исследованиям занял определенное время: в период первой мировой войны игнорировавшаяся вначале наука стала перед концом войны второстепенным, хотя и существенным вспомогательным средством для производства и обслуживания новых технических изобретений, таких, как самолеты и беспроволочный телеграф; во время второй мировой войны наука с самого начала войны имела большое значение и к концу войны стала доминирующим фактором не только в деле развития таких видов нового оружия, как ракеты дальнего действия и атомные бомбы, но также и в деле координации и руководства самими военными операциями^{1, 2, 6, 26}. Во время войны практически вся наука в Англии и Америке была поставлена на службу войне (стр. 642).

Даже после войны правительства продолжали субсидировать науку для подготовки новых и еще более научных войн во все больших размерах. Так, в Англии утвержденные парламентом расходы на науку поднялись с менее 5 млн. фунтов стерлингов в 1937 году до почти 78 млн. фунтов стерлингов в 1947 году и 234 млн. фунтов в 1953 году, в то время как в США они выросли с 50 млн. долларов в 1940 году до более чем 600 млн. долларов в 1945 году, достигнув 2,2 млрд. долларов в 1953 году. Рост расходов на науку, субсидируемую промышленниками и правительством, не означает, что соответственно увеличилось число ученых, хотя оно достаточно велико. Количество квалифицированных ученых в Англии, работающих в правительственных научных учреждениях, выросло с 743 человек в 1930 году до 3710 человек—только в 5 раз. Это не означает также и соответствующего роста качества нового знания, скорее наоборот. Самые большие суммы расходов на науку идут на дорогостоящую аппаратуру и оборудование и на очень большое количество обслуживающего персонала. Рост этот был настолько быстрым, что он определенно помешал развитию основной и ведущей индустриальной науки для гражданских целей. В самом деле, в Англии в 1950 году наблюдался явный регресс науки. Он был настолько силен, что вызвал протест со стороны исследовательского совета Департамента научных и индустриальных исследований: «Вряд ли стоит проводить основополагающие исследования, если вкладываемые в них усилия недостаточны для обеспечения прочного прогресса, а отдельные предложения об уменьшении существующих в настоящее время и без того недостаточных усилий кажутся нам необоснованными»^{7, 6}.

Даже нынешнее увеличение расходов на гражданские исследования не может покрыть роста цен.

Сам рост материальных нужд науки постепенно делает правительственные ассигнования на науку абсолютно преобладающими, а капиталистические правительства предоставляют их главным образом на военные цели. В 1953 году 80 процентов правительственных расходов на науку в Англии шло на военные нужды, в том числе 73 процента этих денег расходовалось на содержание научного персонала правительственных учреждений. В США соответствующий процент расходов на развитие науки в военных целях составлял 90%. Это влияние правительства на развитие науки не ограничивается сферой ее приложения; оно проникает во все исследования. В Соединенных Штатах Бюро военно-морских исследований в 1949 году истратило почти 40 процентов всех национальных расходов на чисто теоретическую науку^{7,206}. Обеспечение научных работников, в значительной мере занятых военными приготовлениями на случай возможной войны, стало предметом беспокойства, и поэтому правительства в значительной степени взяли на себя финансовую поддержку университетов. В Англии, например, правительственные ассигнования университетам увеличились в 5 раз после войны и в настоящее время составляют около 70 процентов их бюджета^{7,9}. Несмотря на это, продолжает существовать хроническая нехватка обученных научных работников как в Англии, так и в Америке^{7,13, 7,23}, причину чего можно найти в классовых ограничениях, существующих в системе просвещения.

Последствия концентрации и милитаризации науки выходят за пределы центров исследования и производства в США и Англии. Спрос Соединенных Штатов на сырье уже истощает «свободный» мир; 13 процентов добытой нефти в Азии и Южной Америке идет в настоящее время в США, которые потребляют 58 процентов всей мировой добычи нефти, а США угрожают ввозить нефть в еще больших масштабах, как об этом предупреждает доклад Пейли^{6,162}. Точно таким же образом мир лишается своих лучших научных талантов. Под предлогом, в который часто искренне верят, оказания помощи многообещающей работе отдельных ученых лучшие ученые, или, по крайней мере, лучшие из тех ученых, которые не заражены коммунизмом или порочным патриотизмом, покупаются и водворяются в прекрасно оборудованные лаборатории Соединенных Штатов, где они вольны заниматься своими собственными исследованиями. Этот процесс, начавшийся много лет тому назад, в настоящее время достиг такого размаха, что стал угрожать научному прогрессу многих стран. Около половины выдающихся ученых в Соединенных Штатах фактически иностранного происхождения. Правда, многие из них прибыли в США, чтобы избежать преследований нацистов, однако едва ли кто-нибудь из них возвратился в свои страны после поражения Гитлера. Выигрыш, полученный от этого Соединенными Штатами в мирный и военный периоды, был значителен, однако он уравновешивается проигрышем для всего мира. Эти ученые были устранены от решения проблем, стоящих перед их странами, как раз тогда, когда их творческое влияние, а также их труд были больше всего там нужны.

Вся система концентрации науки в лабораториях, которые формально находятся под контролем университетов, а на деле контролируются монополиями или правительством и которые разрабатывают проекты, являющиеся военной ценностью, представляет собой наиболее серьезную опасность для науки.

Хотя сейчас и наблюдаются некоторые признаки смягчения строгих требований охраны безопасности и лояльности, общая атмосфера все еще не располагает не только уже работающими учеными, но и теми, кто готовится ими стать, вникнуть в социальный смысл своей работы. Когда же они это делают и когда американские ученые как организованная группа людей начнут утверждать свое мнение с той авторитетностью, на какую им дают право те

жизненно важные услуги, которые они оказывают своей стране, мы сможем ожидать наступления серьезных перемен.

Сравнительно громадное богатство и производительность США, а также концентрация там научных усилий соответственно подавляют развитие национальных научных центров во всех странах «свободного» мира. В настоящее время почти во всех областях науки и, в частности, в физике проводить важные исследования можно только в прекрасно оборудованных лабораториях. Такие лаборатории в настоящее время уже в значительной мере сосредоточены в США, а в других странах они создаются все реже и реже. В капиталистическом мире только Англия и в известной степени Швеция могут еще претендовать на полную независимость в проведении фундаментальных научных исследований, но в некоторых областях эта независимость недостаточно надежна. В большинстве других стран правительства испытывают такие хронические финансовые трудности, в значительной мере вследствие военных расходов и ограничений торговли, что наука там, в сущности, отмирает. При всех достоинствах работ отдельных ученых этих стран они лишены возможности проводить организованную научную работу на современном уровне и все более вовлекаются в орбиту Соединенных Штатов.

Развитие науки в капиталистическом мире за последние несколько лет было феноменальным, однако оно происходило ценою очень серьезных извращений целей и методов науки. Эти извращения уже беспокоят мыслящих и вовсе даже не радикальных ученых по обе стороны Атлантического океана^{1,49}. Сейчас, когда политическая атмосфера несколько прояснилась, можно, повидимому, надеяться услышать их голос.

Наука в слаборазвитых странах

Критика существующих в настоящее время тенденций к концентрации науки в центрах и к пренебрежению наукой вне этих центров имеет еще большее значение для слаборазвитых стран. Тем не менее некоторые из них, имеющие длительные научные традиции, в частности Индия, оказывают этим тенденциям сопротивление, и по мере того как эти страны добиваются экономической независимости и строят свою тяжелую промышленность, они расширяют систему научного и технического образования и научно-исследовательскую работу. В остальных, колониальных, странах наука развита все еще очень слабо, хотя здесь и наблюдается огромное стремление к ней со стороны широких народных масс. Здесь старый империализм Англии и Франции, не говоря уже о Португалии, оказался совершенно неспособным использовать науку в масштабах, которые соответствовали хотя бы масштабам эксплуатации естественных ресурсов этих стран, и президент Трумэн в январе 1949 года был вынужден добавить в своей президентской речи «четвертый пункт»^{6, 4a}, предусматривающий американскую техническую и научную помощь этим странам. Помощь эта, однако, оказалась не особенно действенной. При отсутствии у народных масс стремления создать свою тяжелую промышленность и использовать такие природные ресурсы, как нефть и руды для своего собственного блага, нечего ожидать особого прогресса. Но такие операции не привлекают иностранных капиталистов. Они предпочитают концентрировать свои усилия на добыче полезных ископаемых исключительно в своих собственных интересах, чувствуя себя гарантированными от всяких случайностей благодаря своей монополии на секреты производства и имея за собой поддержку превосходящих сил.

Проведение такой политики не является тем путем, которым когда-нибудь можно будет восстановить равновесие между экономикой Соединенных Штатов и Англии и экономикой колониальных и слаборазвитых стран. В самом деле, проведение политики ограниченной экономической помощи слаборазвитым странам после второй мировой войны привело к еще большему, чем ранее, различию в жизненном уровне этих стран^{7, 24—25}. Нельзя сказать, что коло-

ниальным и слабо развитым странам не нужна помощь из-за границы; однако эта помощь, чтобы она действительно использовалась для строительства этих стран, а не для эксплуатации, не должна нести с собой экономического или политического угнетения. Именно на таких условиях начинает сейчас поступать помощь со стороны Советского Союза, в частности в сооружении сталелитейных заводов, в сообщении технических секретов относительно разведки нефти и бурения скважин и в создании технических учебных заведений. Капиталистические государства могут оказаться вынужденными сделать то же самое уже хотя бы в качестве самозащиты и вступить в соревнование за оказание преимущественной помощи, хотя дело с Ассуанской плотинной как будто не предвещает ничего хорошего.

События последних нескольких лет показывают всем, кроме тех, в чьих интересах этого не замечать, что колониальная система в ее старой или новой форме обречена во всяком случае. Ничто не сможет на долгое время остановить растущее стремление народов мира полностью использовать современную технику и науку и использовать приносимые ими блага в своих собственных интересах. Общим результатом этого стремления может быть только огромное увеличение естественных и человеческих ресурсов во всем мире. Научные усилия, в частности, умножатся во много раз.

Эта перспектива не должна также пугать народы или ученых старых промышленных стран. Их привилегированное положение в мире такой мучительной нищеты является для них не преимуществом, а бедствием. Ибо сохранение этого положения является причиной или, по крайней мере, приводит в качестве оправдания тяжкого бремени вооружений, которое особенно сильно отражается на науке. Военные расходы, говорят нам, необходимы, чтобы сдерживать коммунизм, распространение которого угрожает интересам цивилизации. На деле же, когда падают искусственные барьеры, препятствующие торговле между социалистической и капиталистической частями мира, быстрая индустриализация отсталых стран обеспечит достаточный спрос, чтобы отрасли промышленности, производящие средства производства старых индустриальных стран, работали на полную мощность. А когда, за время жизни одного поколения, отрасли промышленности новых стран достигнут сравнимого уровня, уровень жизни народов отсталых стран будет настолько высоким, что эти страны образуют неограниченный рынок для товаров широкого потребления. Оказание помощи отсталым странам—это не самопожертвование со стороны старых империалистических стран (хотя, честно говоря, они уже достаточно задолжали народам, которых они эксплуатировали в течение столетий), а элементарная собственная выгода.

Наука в социалистическом секторе мира

Социалистические страны представляют абсолютную противоположность господству монополистического капитала. В них общее благосостояние, а не максимальная прибыль является критерием экономического развития и соответственно критерием применения науки. Каким образом это осуществляется, было уже показано нами (стр. 633 и далее), однако последствия этого преобразования для самой науки и для ее связи с жизнью народа не были еще подчеркнуты в достаточной мере. Использование науки для исполнения творческих планов в промышленности и сельском хозяйстве требует чрезвычайно большого выпуска специалистов-ученых и соответствующего роста научного образования на более высоком уровне (стр. 635). Ввиду практических интересов строительства, сельского хозяйства, преобразования природы, открытий и использования естественных ресурсов, оздоровления людей средства между отдельными науками распределяются все лучше. От этого особенно выигрывают геология, биология и медицина^{6,55}, которым отводится все большая роль. Одним из важных новшеств является включение женщин в научную работу. В Китае и в странах народной демократии, как и в Советском

Союзе, вместо пропорции: одна женщина на шесть мужчин, которая является правилом в английской науке, научной работой занимается столько же женщин, сколько и мужчин, а в некоторых отраслях науки, как, например, в медицине, женщин больше, чем мужчин. Это означает эффективное удвоение интеллектуальных резервов, откуда пополняются ряды ученых^{6, 9}.

Все это наряду с тем значением, которое придается науке в начальном школьном преподавании, ведет к огромному усилению престижа и места науки в сознании всего народа. Для того чтобы увидеть это, нужно лишь сравнить, какое место уделяется научным событиям в газетах и журналах Советского Союза и Китая и в газетах и журналах Англии и Америки.

Эта тенденция ведет к радикальному изменению места науки в обществе, которое открывает двери науки для всего народа, а не для выходцев и избранников одного класса, монополизировавшего науку с начала цивилизации. Такое изменение места науки должно влить огромные новые силы в те страны, где оно происходит. В эффективном соревновании, которое уже происходит между двумя экономическими системами, это изменение ставит на весы новые человеческие ресурсы, которые с помощью науки могут значительно ускорить использование естественных богатств. Изменение места науки в обществе зашло уже настолько далеко, что Советский Союз в 1956 году выпустил вдвое больше специалистов-ученых и техников, чем Соединенные Штаты.

Раз действительно происходит такое соревнование в использовании всех человеческих интеллектуальных ресурсов, а не только их весьма небольшой части, то его нельзя остановить до тех пор, пока народы всего мира, а не один класс или страна получают образование и возможность для того, чтобы приложить все свои знания и способности к делу улучшения общего благосостояния.

Организация науки в социалистическом секторе мира

В социалистических странах, начиная с Советского Союза, наука организовывалась другим путем, чем в капиталистическом мире. Несмотря на то, что здесь проводятся военные исследования, причем весьма успешные, как об этом свидетельствует создание атомной и водородной бомб,—они не имеют здесь, ни в абсолютном, ни в относительном смысле, того преобладающего значения, которое они имеют в капиталистических странах.

Предпочтение здесь оказывается использованию науки в целях развития национальной экономики. Необходимость обеспечить более широкое участие науки в развитии промышленности и сельского хозяйства и в то же время обеспечить внутреннее развитие науки удовлетворяется не прямыми правительственными действиями, а благодаря громадному росту старых научных учреждений, и в первую очередь академий. Академия наук СССР вместе с новыми академиями отдельных республик действительно представляет собой идеал таких первых академий XVII века, как *Accademia dei Lincei*, Королевское общество и Королевская академия наук, идеал, приведенный в соответствие с уровнем и размахом нужд XX века. Из почетного общества типа XIX века старая Российская академия наук стала организацией, направляющей крупные научно-исследовательские институты в каждой отрасли науки, в которых в настоящее время работает много тысяч человек. Далее, через свои институты и посредством директив, которые она может давать университетам о проведении научно-исследовательских работ, Академия наук осуществляет общее планирование научной работы в соответствии с экономическими планами в целом.

Такая система предоставляет руководство наукой ученым, единственным компетентным в этой области людям. В то же время эта система обеспечивает ученых достаточными средствами и знаниями для развития науки в том направлении, которое представляется им наиболее обещающим для будущего. В противоположность нередким заявлениям научные планы в Советском Союзе составляются не кем-то для ученых, а самими учеными. Естественно, ученые

учитывают общие экономические планы и хорошо знают их, ибо с ними консультировались при составлении этих планов. Однако это отражается на их собственных планах лишь в самом широком стратегическом аспекте. Ученые всегда открывают нам—и от них ожидают этого—более широкие перспективы. Великие созидательные планы преобразования долин рек юго-востока Советского Союза, о которых было объявлено в 1950 году и которые будут завершены в течение семи лет, были предметом двадцатилетних научных исследований и обсуждений. Годичные и пятилетние планы Академии наук уделяют главное внимание вопросам роста науки, хотя часто эти вопросы также являются тем пунктом, где применение техники оказывается наиболее плодотворным^{6.55, 6.57; 6.65}. Характер преобразований, проводимых в социалистических странах, трудно понять ученым капиталистического мира. Ибо для того, чтобы полностью понять характер этих преобразований, необходимо знать и интересоваться не только наукой, но также и историей, экономикой и философией этих стран.

Особое значение, придаваемое автономному научному руководству, когда наука обращается к государству за материальной поддержкой и отвечает на его призыв оказать помощь в решении своих определенных задач, является общим образцом научной организации, принятой в новых странах народной демократии и в Китайской Народной Республике. Эта организация оказалась гибкой, она высвободила огромное количество способностей и содействовала огромному росту энтузиазма, напоминая в этом отношении великие достижения в деле национального использования науки, начало которым было положено Французской революцией (стр. 298). Она предоставляет ученым большие возможности, но также накладывает на них большую ответственность.

Научному работнику Запада трудно понять происходящее ныне в Восточной Европе и в Китае не потому, что условия в этих странах являются сами по себе необычными, а потому, что эти условия есть результат завоеваний народа, имеющего одну цель, разделяемую всеми, включая научных работников. Когда имеется общая цель, то также изменяется и реакция личности. Уход в волшебный замок науки представляет собой во многих случаях просто бегство от общей бессодержательности и бесцельности жизни в мире, где единственной перспективой является уничтожение. Созидательная общественная цель несет с собой эмоциональную санкцию и удовлетворение, которые мы утратили в нашей эгоистичной цивилизации, что во многом приносит нам вред.

14.6. ПРОГРЕСС НАУКИ

В этом разделе завершается итоговая картина положения и организации науки в мире наших дней. Именно на этой основе следует попробовать рассмотреть общие принципы, касающиеся проблем самой науки и ее места в обществе. Эти проблемы, о которых говорилось в самом начале нашей книги, в сущности сводятся к двум вопросам: какую поддержку надо оказать науке, чтобы она процветала и росла? Каким образом можно использовать результаты науки в наилучших целях на благо человечества? Именно для того, чтобы найти ответы на эти вопросы, которые являются не просто академическими, а практическими вопросами, и было проделано все наше исследование места, занимаемого наукой в обществе. Это исследование оправдывается лишь постольку, поскольку оно помогает найти ответы на эти вопросы. Ключ к ним находится в действительной истории науки, если на нее правильно взглянуть.

Для того чтобы ответить на первый вопрос, надо найти такие наилучшие условия, как внешние, так и внутренние, которые в прошлом содействовали прогрессу науки, а также предвидеть изменение потребностей в науке сейчас и в будущем. Ответ на второй вопрос, который зависит от первого, дан в конце этой главы (стр. 692). Некоторые из внешних условий, необходимых для про-

цветания науки в прошлом, уже были рассмотрены (стр. 650 и далее). В сущности, они складываются только в периоды социального и экономического прогресса, когда науке придается общественное значение и даются материальные средства, а также тогда, когда проблемы, поставленные перед ней экономическими и общественными событиями, побуждают ее к новой деятельности.

Итак, проблемы самой науки, в сущности, как мы видели, затрагивают интересы господствующего класса своего времени, будь то реальные, вроде мореходства, или воображаемые, вроде астрологии. Ученым-практикам предоставляют благоприятные возможности для работы и оказывают им почести в зависимости от того, в какой степени они служат этим интересам. Самые большие возможности предоставляются им в периоды действительного прогресса, потому что тогда люди, занимающиеся наукой, находятся в тесном контакте с основными экономическими интересами и часто рекрутируются из среды самих правящих классов или же привлекаются в руководящие органы правящих классов в меру своих способностей. В ходе нашего изложения мы встречались со многими подобными примерами: Архимед, Гроссетест, Леонардо, Галилей, Бойль, Дэви, Пастер и Кельвин.

Однако для обеспечения прогресса науки важно также, чтобы экономические интересы способствовали связи ученых с созидательной практической деятельностью. Например, сравнительная бесплодность естествознания в период между правлением Перикла и Александра (стр. 111 и далее) показывает, что способные и талантливые личности ничего не смогут сделать, если они будут совершенно оторваны от производства из-за того, что интерес к политическим проблемам загнивающего рабовладельческого общества небольших городов-государств преобладает. В противоположность этому александрийское возрождение экспериментальной науки показывает непосредственные последствия контакта с практическими нуждами крупной и—для данного времени—расширяющейся экономики.

Масштабы поддержки науки

Первое условие материальной поддержки науки состоит в том, чтобы она оказывалась в соответствующих размерах. Прогресс науки неоднократно задерживался из-за недостатка подходящих материалов—иногда, правда, из-за их недоступности, вроде того как был недоступен каучук до открытия Америки,—однако гораздо чаще из-за того, что у ученых не было средств получить их. На протяжении большей части своей истории наука испытывала хроническую нехватку средств. Ученые были вынуждены заниматься другим делом, чтобы существовать,—как Джон Дальтон, который должен был учить детей грамоте,—и им было весьма трудно получить в свое распоряжение приборы и инструменты для своих занятий. Даже в настоящее время, в эпоху правительственных и промышленных ассигнований, отпускаемых на развитие науки, ученым не менее часто отказывают в поддержке просто из-за недостатка оборудования. Стоит нам присмотреться к той огромной роли, которую играют чисто научные приспособления в современной цивилизации, где полно телевизоров и автомобилей, мы увидим парадоксальность того, что те самые люди, чей труд сделал возможным создание этих вещей, зачастую по бедности не могут пользоваться ими даже в целях их усовершенствования. Научная работа постоянно затрудняется отсутствием таких элементарных условий, как взаимное общение ученых и возможность посещать другие страны.

Общие потребности науки в настоящее время, какие бы угрожающие размеры они ни принимали по сравнению со своими скудными запросами в прежнее время, до сих пор невелики по сравнению с суммами капитальных затрат (стр. 673). Там, где потребности науки могут быть удовлетворены и где наука тесно связана с промышленностью и сельским хозяйством, которые обеспечивают ее необходимо стимулирующими проблемами,—там могут быть легко обеспечены внешние условия для быстрого прогресса науки.

Внутренние условия прогресса науки. Язык и взаимные связи

Обеспечение внешних нужд науки также предоставило бы возможность самим ученым создать необходимые внутренние условия для легкого и быстрого ее прогресса. Проблема заключается в том, чтобы отдельный научный работник имел условия, благоприятные возможности и побуждения, позволяющие справляться со своим делом наилучшим образом. Работа науки носит общественный характер; она требует чувства общей цели в каждой области исследования. Наука нуждается также во взаимном стимулировании своих различных областей, означающем наличие системы хороших связей и отсутствие узкой специализации.

Техническую сторону этих потребностей легче всего удовлетворить, потому что она минимально осложняется внешними экономическими и политическими факторами. Наука должна развить ряд своих собственных языков, включая математику,—общий язык науки. Науке необходима логика и способность формулировать новые способы понимания новых вещей. Каков бы ни был генезис научных идей, они не могут ни распространиться, ни утвердиться, если они не имеют подходящего языка. Этот язык может быть геометрическим или математическим, то есть символическим, или же это может быть употребление общепринятого языка в особом смысле, то есть развитие научного специального жаргона. В обоих случаях целью языка является установить систему взаимоотношений, которая одинаково понимается всеми компетентными людьми.

Трудность состоит в том, что прогресс науки и ее специализация все время относительно сокращают число компетентных лиц, понимающих специфическую научную символику или жаргон. Здесь кроется опасность того, что научный жаргон может на деле не способствовать, а тормозить научный прогресс, особенно когда жаргон этот используется для подкрепления притязаний на особые знания со стороны его адептов. Фактически же прогресс науки главным образом состоял в упрощении и уничтожении таких специализированных языков и замене их общепринятым языком (стр. 23).

Рациональная служба информации

Кроме затруднений, внутренне присущих делу связи между учеными, работающими в различных отраслях знаний, имеются еще и такие, которые вызваны различиями в языке и национальными барьерами, разделяющими сегодня мир науки. Эти трудности неизмеримо выросли и усугубились в результате развития самой науки. Важные научные документы публикуются сегодня по меньшей мере на десяти основных языках, и сейчас выходит в свет свыше 100 000 почти совершенно некоординируемых между собой научных журналов. Имеются также бесконечные затруднения в отношении постановлений, касающихся валютных ограничений и соображений безопасности. Во многих областях создалось такое положение, когда по сути дела легче открыть новый факт или создать новую теорию, чем удостовериться в том, что они еще не были открыты или выведены. Может показаться, что единство науки грозит рухнуть под своей тяжестью.

Но это отнюдь не является неизбежным; как бы велико ни было количество фактов и как бы быстро они ни накапливались, их можно держать в порядке и время от времени выпускать на их основе справочники, которые содержали бы сведения, имеющие наиболее широкое значение, и одновременно давали бы указания, как можно разыскать такие особенно интересные данные. Для этого, однако, необходимо и желание, и соответствующие средства. Для этого нужно нечто большее, чем то множество всевозможных съездов, обществ и изданий, которые пытались стимулировать и упорядочить такие организации, как Международный совет научных союзов и Юнеско. Следует понять—и чем скорее, тем лучше,—что в настоящее время ученые должны быть готовы к тому, чтобы,

для своей собственной пользы, отдавать часть своего времени делу классификации и распространения информации, и что для того, чтобы они могли это осуществить, им должна быть оказана финансовая поддержка, которая может составить до 20 процентов сумм, ассигнуемых на научно-исследовательскую работу. Представление, что служба информации—оставляя в стороне информацию в технической области, где вопрос о деньгах не является препятствием,—может быть самокупаемой, теперь уже устарело. Только правительства могут себе позволить содержание службы информации, имеющей всесторонний научный характер; однако такие службы окажутся наиболее экономичными, поскольку они дают возможность избежать дублирования в таких общераспространенных вещах, как выписка журналов, техническая их обработка и перевод. В этом с несомненностью убеждает опыт того, что, вероятно, является самой большой в мире организацией такого рода, а именно Академии наук СССР. В настоящее время, когда международные научные связи восстанавливаются в наиболее благоприятной со времени окончания войны обстановке, было бы целесообразно еще раз завершить то, что было начато Королевским обществом на Конференции научной информации в 1948 году, а именно—серьезную попытку обеспечить науку всесторонней и актуальной службой информации.

Использование интеллигенции

Как бы хорошо ни были разрешены технические проблемы связей в науке, основным внутренним условием ее процветания остается человек. Наука в конечном счете—это труд многих личностей, в различной степени одаренных, ибо величайшие умы в науке никогда не могли бы сделать своих открытий, если бы не было терпеливого и тщательного труда сотен других людей, которым не нужны были большое воображение или умение синтетически схватывать проблему.

В настоящее время не может быть реального недостатка интеллектуальных способностей в человеческой расе. Уже достигнутое в науке и культуре есть результат труда небольшой группы людей, вышедших из рядов одного небольшого общественного класса очень немногих городов и наций. Призвав в ряды науки мужчин и женщин всех классов и народов, мы смогли бы во много раз ускорить темпы прогресса науки. Однако для того, чтобы сделать это, необходимо совершенно новое отношение к народному просвещению, необходимо следовать примеру Советского Союза, где среднее, а скоро и высшее техническое или университетское образование будет доступно для всех. Это образование в значительной мере должно основываться на науке в самом широком смысле—как на общественных, так и на естественных науках. Оно в то же время обеспечит ту область, из которой будут исходить научно-исследовательские работники, призванные создать науку будущего, и работники других областей, которые будут в достаточной мере подготовлены для признания значения науки, чтобы активно сотрудничать с профессиональными учеными.

Наука не обанкротится из-за недостатка человеческих способностей; она обанкротится там, где общественная организация не использует эти способности. Выдающимся, способным и трудолюбивым людям должна быть предоставлена возможность заниматься наукой и заниматься ею таким образом, чтобы все они могли отдать этому делу все свои способности. Они должны проникнуться сознанием цели и чувствовать, что они работают ради дела, которое им по душе. Ученых в великие периоды прогресса вдохновляло убеждение в том, что они работают ради общего блага общества. Это вдохновение грозит исчезнуть в условиях культуры, целями которой являются частная прибыль и война, а эти цели в настоящее время, повидимому, потеряли всякое оправдание, которое они еще могли некогда иметь.

Сотрудничество в науке

Люди, как бы сильно они ни были воодушевлены, не выполняют свою работу в одиночку. Прогресс в науке достигал своих вершин тогда, когда известные группы людей уже активно работали сообща в каждой области науки. Благодаря взаимным предложениям ученых и их соревнованию совместная работа чрезвычайно увеличивает шансы на важное открытие. Равное значение имеет воздействие одной науки на другую. Это в значительной мере происходит путем внесения в одну область знания идей, выведенных из другой области знания,—иногда непосредственно, иногда с помощью аналогии. Доказанная ценность проведения аналогий между научными теориями еще сильнее подчеркивает единство и взаимосвязь различных наук, а также показывает бесплодность, сопутствующую узкой специализации. Наиболее фундаментальные успехи в отдельных науках делались фактически теми лицами, которые имели сравнительно малый опыт в этой науке. Революция в химии в XVIII веке была произведена Пристли, который не был химиком (стр. 295), и весьма знаменательно, насколько крупные успехи в медицине делали в большинстве своем такие люди, как Пастер (стр. 363 и далее), который не был профессиональным врачом, в то время как другие науки получали чрезвычайно много от проводившихся в свободное время работ таких врачей-профессионалов, как Джозеф Блэк (стр. 324). Аналогии, создающие новые научные теории, обычно исходили от науки, имевшей более простой характер, чем те научные теории, к которым эти аналогии применялись, вроде атомистической теории Дальтона, исходившей непосредственно из рассмотрения Ньютоновской теории динамики частиц.

Значительное расширение фронта научного прогресса требует значительного улучшения системы связи по сравнению с тем, что может обеспечить любая частная инициатива. В самом деле, во многих областях создалось такое положение, когда вследствие существующего хаоса в деле публикации и связи легче открыть новые факты или создать новую теорию, чем узнать, наблюдались ли эти факты раньше и выводилась ли такая же теория. Сотрудничество в науке, конечно, не препятствует научному изобретательству. Оно не дает этой научной изобретательности становиться бесполезной для общества. Ибо, несмотря на то, что личное удовлетворение, получаемое от проведения научного исследования, внутренне присуще самому процессу научной работы и совершенно не зависит от того, является ли данное открытие новым и даже истинным, тем не менее полнокровная научная жизнь невозможна без обоснованного сознания ценности своего труда, если не для общества, то, по крайней мере, для мира науки. Такое удовлетворение можно получить только в том случае, если мир науки действительно работает как согласованно действующее единое целое. Этот мир не должен быть разделен барьерами «безопасности», как это имеет место в настоящее время, и доступным только для «избранных» лиц, а должен быть открыт для всех. В нем не должны иметь места «железные занавесы», или «классифицированные» области исследования.

14.7. СОЗЕРЦАНИЕ И ДЕЙСТВИЕ

Место философии

До сих пор мы рассматривали науку как своего рода автономную и независимую сущность, хотя и подверженную воздействию внешних обстоятельств. Из вышеизложенного должно быть ясно, что это—весьма одностороннее, само по себе вводящее в заблуждение представление. Только в целях изложения можно рассматривать науку в отрыве от общества, частью которого она является. Общество оказывало в прошлом, и оказывает ныне, на науку не только внешнее влияние. Напротив, оно глубоко и непосредственно воздействует на ее внутренний склад и деятельность. Все такие вопросы, как место философии в науке, сочетание свободы и организации в науке, а также

и моральная ответственность ученого, связаны с внутренними трудностями и конфликтами науки, вызываемыми сознательным или бессознательным действием общественных сил.

При своем первоначальном появлении наука и философия, как мы видели (стр. 101 и далее), не были оторваны друг от друга. Древние греки, выковавшие термины как для науки, так и для философии, считали, что обе они служат одной и той же цели. И философия и наука содержали в себе абстрактное знание об истории, о строении и функционировании вселенной, достигаемое с помощью естественных или сверхъестественных средств и оберегаемое ради его самого. Это, по существу, отношение к науке как к магии бытует и в наше время. Оно создает весьма удобное прикрытие для тех, кто извлекает выгоду из науки, позволяя поставить вне закона, как низменную и материалистическую, идею о том, что наука должна быть использована ради блага человека.

Первоначально, как это было уже показано, к знанию относились созерцательно, а не активно, что соответствовало монополии на знание *élite*, свободных от забот и физического труда, вначале—администраторов, затем—привилегированных граждан, наконец—церковников. Ввиду их заинтересованности в сохранении статус-кво в обществе, они предпочитали думать о знании, как о статичном совершенстве, достигаемом с помощью разума, исходящего из простых наблюдений, или основывающемся на откровении священного писания. Попытки изменить такое знание не только напрасны и не нужны, но и совершенно нечестивы.

Такое отношение к знанию нельзя было сохранить перед лицом экономических и технических изменений, которыми сопровождалось развитие цивилизации и ее последующие преобразования. Стало известно большее количество фактов, и знание должно было более эффективно увязывать известные факты. Настроения действенности сменили настроения созерцательности. Уже со времени эпохи Возрождения начали признавать, что наука не статична, что сущностью науки является приобретение новых знаний, а не подтверждение старых. Однако даже до настоящего времени все еще втихомолку допускают, что приобретение новых знаний в некотором смысле является необычным процессом, что задача науки состоит в открытии неких конечных истин о вселенной, созерцание которых и есть цель науки.

Именно таково то отношение к познанию, которое сохранялось по мере возможности всеми старыми и ныне бессодержательными видами философии и теологии (стр. 614). Влияние на науку такого отношения не менее опасно и еще более тщательно замаскировано, чем прежние отношения, ибо наука представляется таким образом, что определяющая ее философия принимается как сама собой разумеющаяся, нигде ясно не устанавливаемая и не подлежащая критике; в литературе о науке ей отводится мало места или его совсем не отводится. Научные публикации считаются соответствующими требованиям, если в них ясно и последовательно изложены наблюдения и эксперименты, выводы и аргументы. Правда, все это необходимо для непосредственной передачи научного знания, достаточного, чтобы сделать возможным воспроизведение проделанной работы, и для варьирования ее. Однако наука смотрит дальше этого. Умалчиваются лишь причины того, почему данная работа проделывается в первую очередь и почему она регистрирует действительную, а не рационализированную цепь мыслей, ведущую к выводам, что может иметь гораздо большее значение для будущего науки. То и другое опускается потому, что первое считается не относящимся к делу, а последнее—слишком трудным или, возможно, слишком тривиальным для изложения. Конечно, это не означает, что философские идеи не проникают в научную литературу. Это означает, что они проникают в нее бессознательным и традиционным путем, увековечивая в науке мнения и предрассудки прошлого, всегда сильно извращенные интересами господствующего класса.

То, что явно выраженная философия в науке опускается, не случайно; это исторически вполне оправдано, хотя в настоящее время уже это не оправдывается. Философия древних и схоластов была приспособлена к религии и политике, а не к материальному владению природой. Она была помехой, а не помощью для науки. Однако первые ученые не могли открыто нападать на эту философию; у них было и без того достаточно дел, чтобы им позволили спокойно проводить свои эксперименты. Лучше было игнорировать эту философию. Более того, величайший подъем науки в Англии и Голландии происходил во время значительных религиозных и политических разногласий, когда элементарный здравый смысл подсказывал не обсуждать философские вопросы. Эта традиция росла и столь прочно укоренилась в английской науке, а через английскую науку в науке многих других стран мира, особенно в Америке, что философия как таковая не имеет места в научных вопросах: она *Nullus in verba*, говоря словами Ньютона. Считается, что наука развивается с помощью человеческого здравого смысла и практического понимания (стр. 244 и далее).

В настоящее время мы начинаем понимать, что, хотя внутренне невозможно поддерживать и развивать научные дисциплины без определяющих их традиций, такое уклонение гарантирует, чтобы эти традиции замалчивались и оставались неисследованными. Все, что дает игнорирование философии,—это маскировка многого из очень скверной, затасканной и несостоятельной философии^{2.16}. В дальнейшем такое игнорирование философии приведет к тому, что недостаток способности, средств или времени поразмыслить об основоположениях науки будет сдерживать ее прогресс и направлять его по признанным каналам до тех пор, пока условия станут настолько неудовлетворительными, что прогресс науки благодаря случайному открытию вырвется на другой путь, вместо того чтобы использовать возможность выйти на этот путь с помощью того или иного рационального процесса.

Может показаться, что в этих замечаниях я игнорирую массу появившихся за последние триста лет работ по философии и о методе науки—от Локка и Юма до Джона Стюарта Милля, Пирсона и Эддингтона. Эти работы, конечно, являются вкладом в философию, однако они затрагивают лишь крайне ограниченные области науки, главным образом математическую физику, и ни в коем случае не являются философией науки как живого целого. Очень немногие подлинные ученые читали эти работы. Они едва ли когда-нибудь цитировались, и трудно найти хотя бы один пример, когда эти работы привели бы к открытию или объяснению какого-либо научного факта.

Часто случалось обратное, о чем говорилось выше (стр. 236, 408), как явно выраженная, так и подразумеваемая философия науки в прошлом действовала как ограничивающий, а не освобождающий фактор научного прогресса. Величайшие успехи науки были достигнуты несмотря на эту философию и независимо от нее. Чем больше прогресс науки очищается от таких излишних препятствий, тем значительнее благоприятные возможности для тех, кто способен сразиться с действительными, а не искусственными трудностями и тем самым обеспечить стремительный и планомерный прогресс в науке, который до сих пор хромает. Это не означает, что в науке надо отбросить философию,—совсем наоборот. При критическом рассмотрении современных философских направлений становится очевидным, что они терпят неудачу вследствие одностороннего, антисоциального и неисторического подхода к определяющим проблемам науки, а также из-за влияния господствующего класса, в основном неосознанного, ибо оно принимается как само собой разумеющееся.

Как уже указывалось (стр. 318), формой этой преграды развитию науки является тенденция к позитивистской, идеалистической и формальной философии науки, которая на деле уводит ученого от действенного экспериментального подхода к проблемам и влечет его к пассивной и созерцательной точке зрения, когда ученый либо погружается в поток бессодержательного

и нереального опыта, либо размышляет о вечных и абстрактных истинах. Этот путь в своей древней и современной формах ведет только к бесплодию, и наука в прошлом избежала его только благодаря воздействию материального и социального мира, которое подрывало благодушие ученых и вынуждало их решать новые проблемы. Любая достоверная философия науки должна учитывать эти факты; она не должна больше рассматривать науку как статичное и изолированное совершенство, она должна рассматривать ее как часть изменяющегося реального материального и социального мира. Первые шаги к такой философии были сделаны Марксом и Энгельсом много лет тому назад. Последующий опыт углубил и расширил их выводы (стр. 582). Нельзя сказать, что такая философия для естественных наук уже выкована. Это задача будущего. Эта философия должна быть выведена не из какого-либо абстрактного и логического априорного анализа, а из действительного опыта использования науки в связи с ее общественными задачами.

14.8. ОРГАНИЗАЦИЯ И СВОБОДА НАУКИ

Важные сдвиги в масштабах и организации науки за последнее время имели воздействие на внутренний характер самой науки. Впервые ученые были вынуждены критически подвести итог своей деятельности в общесоциологическом, а не только в частном академическом плане. Они должны были рассмотреть свое отношение друг к другу и к обществу, а также к предмету своего исследования. И этот интерес не ограничивается научными работниками; он также представляет собой дело самой большой общенародной важности. Чем больше осознается, что действительное благосостояние и будущий прогресс общества зависят от соответствующего развития и использования науки, тем сильнее будет желание людей поддерживать и поощрять науку и в то же время тем сильнее они будут заинтересованы видеть науку здоровой и действенной.

Однако в конечном счете только деятели науки могут определить, каким образом все это осуществить в деталях и какая для этого необходима степень внешней поддержки и сотрудничества. Вполне естественно, что в такие переходные периоды существуют значительные расхождения во мнениях. Два основных вопроса волнуют в настоящее время мир науки: совместима ли организация науки с такой свободой, при наличии которой только и может развиваться наука? Ответственны ли ученые, и в какой степени, за общественные последствия своих работ? Эти два вопроса являются в конечном итоге двумя сторонами одной проблемы, и вытекающие отсюда споры разделили ученых на два совершенно определенных противоположных лагеря. Старая школа, оглядываясь назад, на золотой век науки XIX столетия, хотела бы свести организацию науки к минимуму, допуская свободные и стихийные усилия отдельных и лично преданных науке ученых^{1,15; 7.1-2}. Она также хотела бы по возможности отмежеваться от всякой ответственности за последствия научных открытий, которую она хочет переложить на фабрикантов и политических деятелей, хотя большей частью они деланно сожалеют об этих последствиях. Других взглядов придерживаются в основном молодые научные работники, которые видят в организации единственное средство прогресса науки и ее эффективного использования в общественных целях. Эти ученые, будучи частью более широкого демократического движения, чувствуют, что они должны взять на себя свою долю ответственности за использование науки в обществе.

Именно в этом деле противоположность между использованием науки в капиталистических и социалистических странах оказывает наибольшее воздействие на мнение ученых. С одной стороны, все могут видеть значительное развитие индустриальной науки ради прибылей монополий и еще более значительное—ради военных целей, а также развития науки, играющей главенствующую роль в изобретении оружия массового уничтожения. С другой стороны,

все видят создание новой широкой организации науки, развитие которой, хотя военная наука и имеет здесь свое место, направляется в первую очередь на разрешение проблем производства и на то, чтобы претворить в жизнь новые конструктивные планы преобразования природы и подъема жизненного уровня народа. Уже в период холодной войны, несмотря на фактическое запрещение публикации информации из социалистических стран и яростную пропагандистскую кампанию, раздувающую малейшую нелепость и неудачу в них, картина, преподносимая ученым капиталистических стран, начала вызывать у них сомнения. Им было трудно примирить ее с тем несомненным фактом, что Россия, начав почти что с ничего, через тридцать лет превратилась во вторую по значению промышленную страну в мире и что «Коммунистический Китай» всего за пять лет сумел проделать так много в этом направлении. Эти сомнения превратились в уверенность после состоявшейся в 1955 году Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии, где ученые впервые смогли обменяться мнениями. С этого времени взаимные посещения начали быстро рассеивать предвзятое мнение о несовместимости социализма и науки. Даже если некоторым из ученых и не все нравится из того, что они видят или о чем слышат, они признают, что здесь имеется нечто серьезное, что развивается весьма быстрыми темпами.

Такие сопоставления заставляют ученых, особенно в Англии, серьезно задуматься над условиями своей собственной жизни и работы и над тем применением, которое получают результаты этой работы. Они видят, как бесконечно откладывается осуществление многообещающих планов исследований—за исключением тех, которые имеют интерес в военном отношении. Они отмечают, что достижения науки используются в промышленности лишь в очень недостаточной степени и с запозданием и что распространению научного образования мешает отсутствие надлежащих помещений и средств для оплаты преподавателей.

Эти недостатки ощущаются не только теми, кого они непосредственно касаются. Более широкие, чем когда-либо, слои населения начинают осознавать быстро растущие возможности, открываемые недавними научными достижениями. Они сами могут убедиться в том, что эти возможности не используются и что хромающий ныне прогресс науки идет значительно медленнее, чем он мог бы идти. Они чувствуют, что лишаются своих врожденных прав, плодов знания, о которых Бэкон говорил на заре эпохи капитализма. Люди начинают ощущать, что если капиталистический строй не может использовать благ, с помощью которых он вырос, то, может быть, пора уже реформировать его или он должен уступить дорогу лучшему общественному строю.

Внутренние проблемы организации науки—порядок и самопроизвольность

Даже те ученые, которые не склонны в своем анализе положения науки зайти так далеко, как это сделано здесь, или которые могут принять это положение как удовлетворительное, не могут целиком уйти от проблемы наилучшей организации науки, ибо в своей повседневной работе они непременно должны иметь дело с организацией в том виде, как она существует в настоящее время. Они могут не одобрять ее в принципе, однако на деле они не могут обойтись без этой организации. Это неодобрение действительно имеет известную рациональную основу, поскольку проблема организации науки коренным образом отличается от проблемы организации почти всех других человеческих институтов: от военных до торговых и даже до спортивных. Только организация искусства представляет собой еще большие трудности.

Причина этого заключается в том факте, что наука, как мы видели, отличается от других областей человеческой деятельности тем, что она имеет дело с новым, а не с ожидаемым. В других областях можно определить, что может быть сделано и какие шаги необходимо предпринять для этого. В науке все это обстоит иначе. Для того чтобы иметь дело с непредвиденным, требуется нечто

совершенно отличное от способности следовать установившейся практике. Конечно, в науке имеется огромное количество установившихся правил и навыков, и оно неизбежно растет вместе с усложнением научной техники. Эта установившаяся практика имеет большое значение, и наука не могла бы существовать в настоящее время без технических, снабженческих, административных и связных служб, немыслимых в прежнее время. Однако ни один ученый не воображает, будто эти необходимые дополнения подменяют основную особенность науки—оригинальное открытие.

Существо проблемы состоит в том, каким образом обеспечить условия, необходимые как для материальной поддержки существования науки, так и для ее способности открывать новое. Разделение науки на две части: прикладную, следующую установившейся практике, и чистую, свободную,—не является решением этой проблемы. В самом деле, поскольку обе эти части являются двумя сторонами одного и того же целого, подобно зрению и движению, этого сделать нельзя. История науки показывает, что на всех ступенях своего развития наука открывала новые стороны природы в процессе решения практических проблем и, наоборот, что практика хирела и разваливалась, если ее не оживляла абстрактная мысль (стр. 326, 348).

Отход в анархию

Еще меньше возможностей восстановить анархическую свободу для всей науки, а не только для одной ее части. Понятно, конечно, что в качестве реакции на нередко встречающееся бестолковое и деспотическое руководство наукой в промышленности или в военном производстве должно существовать движение, стремящееся избежать любой организации, в чем бы она ни выражалась. Однако отход науки от живых дел ради уединения и размышления является внутренним абсурдом, ибо наука из всех человеческих учреждений наиболее зависит от взаимопомощи и взаимопонимания. Наука никогда не была действительно свободна, однако любая видимая свобода, которую она имела, определенно относится к капитализму эпохи свободной конкуренции, и эта свобода совершенно несовместима с новой промышленной революцией и крупным, организованным производством. Она фактически является таким же анахронизмом и причудой, как и неестественный готический шрифт покровительствуемых миллионерами универсантов. Идея, стоящая за этим стремлением избежать какой-либо организации, уже достаточно рассматривалась в ходе нашего изложения, и состоит она в том, что ученый, как просвещенная личность, стоит якобы выше обычной борьбы. Ввиду того что ученый по традиции является преемником мудреца прошлого, чувствовавшего себя в социальном, материальном и интеллектуальном отношении выше простых технических работников, возникло понятие об ученом, как об ученом *élite*, как о группе людей, которые-де стоят в стороне от общества и содержатся им для того, чтобы, применяя чистую мысль, они донесли до народа, не способного достичь этих высоких интеллектуальных вершин, отраженное величие ее достижений.

Начиная с первых ступеней развития цивилизации до настоящего времени это понятие об ученом *élite* немало способствовало признанию и увековечению классового общества. В прошлом там, где это понятие приобретало наиболее сильное влияние, оно приводило к застою науки, лишая ее стимулов и контроля со стороны практической жизни и превращая ее в бесплодный и шаблонный педантизм. Тем не менее эта идея имеет в настоящее время много сторонников, в частности среди солидных и занимающих высокое положение ученых^{1. 11а; 6 1а; 6. 28}. Они видят в существующих политических условиях Европы и Америки единственное средство сохранения такого положения для ученых, без которого они не могут представить себе существования науки.

Эти сторонники свободы науки гораздо больше заняты, причем часто бессознательно, защитой капитализма, как определенного образа жизни, от нового, социалистического образа жизни, который противостоит ему. Им трудно при-

нять идею стремления к любой организации, даже тогда, когда эта организация сознательно стремится к обеспечению всеобщего блага. Они достаточно сильно возмущаются новой ответственностью ученых и новыми идеями, которые, по их мнению, насильно навязываются ученым в коммунистических странах^{6,97}. Они больше предпочитают свободу и безответственность неорганизованной системы, где личность может добиваться знания и счастья, как ей заблагорассудится. Тот факт, что необходимость в организации возникла вследствие краха анархии в науке, ускользает от них ввиду их глубоко антиисторического отношения к обществу и к своему собственному труду. Однако знаменательно, что их возмущение организацией науки не относится к организации науки в целях погони крупных монополистических фирм за частной прибылью, которые, между прочим, контролируют $\frac{9}{10}$ индустриальной науки (стр. 672), не относится оно также и к действиям правительств, которые используют почти все свои научные ресурсы для военных приготовлений (стр. 448). Эти злоупотребления, по их мнению сравнительно терпимые, предусматривают, что для немногих ученых сохраняются известные островки невмешательства, где они могут проводить свои частные исследования.

Поиски решения—внутренняя демократия науки

Как бы неосуществимы или реакционны ни были эти решения, проблема, которую они имеют целью разрешить, реальна и важна. Нам необходимо создать организацию, которая использует величайшие преимущества совместных действий и в то же время сохраняет преимущества прежнего периода неорганизованной науки. Организация науки должна сочетать в себе характер, гибкость и личную инициативу ученых прошлого с коллективной работой и научной стратегией, необходимой для решения громадных проблем будущего. Может ли эта проблема быть разрешена в рамках капитализма—это еще вопрос. В самом деле, кажется менее всего вероятным, что капитализм когда-нибудь сможет приспособиться к требованиям полного использования науки. Шаги, сделанные в этом направлении, ни к чему не привели ввиду господствующего стремления к прибылям и войне. Однако нельзя сказать, что пока не стоит пытаться решать эту проблему. Любые, пусть даже частичные, завоевания на пути к свободной и лучше организованной науке—эти два термина взаимно дополняют, а не исключают друг друга—представляют собой общественный выигрыш.

Свобода может сочетаться с организацией благодаря самым широким мероприятиям не формального сотрудничества и внутренней демократии. Это полностью соответствует традициям научной работы как в капиталистических, так и в социалистических странах^{1,2}. Такое сочетание особенно хорошо согласуется с уже выявившимися тенденциями в тех областях современной науки, где идет наибольший прогресс, особенно в физике и биохимии. Коллективы ученых заменяют отдельных лиц, и проблемы сотрудничества решаются в действительной повседневной практике многих современных лабораторий. Бесспорно, есть и трудности. Не все ученые расположены к сотрудничеству. Они или фактически были обособлены, или сами обособились ввиду тех интересов, которые в известной степени отделяют их от своих коллег, и в то же время стремление к одиночеству и желание заработать почести исключительно для себя все еще часто вредит и препятствует проведению коллективной научной работы. Однако эти взгляды в прошлом значительно усиливались общественной атмосферой конкуренции и личного успеха; они в гораздо меньшей степени являются врожденными взглядами, чем это обычно думают, и проведение коллективных работ обязательно рассеивает их.

Разговоры о внутренней демократии науки не означают, что эта демократия представляет собой изолированную демократию, что ученые могут вести свои дела, игнорируя внешний мир. Совсем наоборот. Демократия науки мыслима только как часть более широкой демократии. Необходимо, чтобы эти демократии в значительной степени пронизывали друг друга. Опыт войны показал

недостаточность постановки проблемы лишь администраторами или начальниками служб и решения их одними учеными. Ученые должны быть и среди администраторов и технических работников, чтобы отыскивать проблемы в их реальной связи^{1,2}. И наоборот, для самих научных исследований необходимы свои администраторы и техники. Никакая организация науки не поддержала бы в дальнейшем понимание ученого, как особого *élite*, пусть даже работающего ради признанной общей цели. Ученые представляют собой просто один из типов рабочего, столь же необходимый,—но не больше,—как и все другие.

Стратегия научного исследования

Предыдущие соображения относятся главным образом к непосредственному функционированию науки, к ее *тактике*: однако организация, ограничивавшаяся этим, была бы не очень-то эффективной.

Науке нужна не только тактика, но и стратегия, как в основополагающих, так и в прикладных науках. Тенденция к специализации в науках—развитие специальных языков, гораздо более длительное обучение, необходимое для понимания отдельных отраслей науки,—настоятельно требует обеспечить известные средства связи между ними с тем, чтобы они могли принести друг другу пользу, а не следовать каждая по своему особому руслу. По крайней мере в Англии именно насущные нужды войны наиболее стимулировали развитие концепции стратегии науки. В то время наука должна была направляться на решение определенных внешних задач, каждая из которых затрагивала почти все отрасли науки. Это имело тенденцию сломать барьеры между отдельными отраслями науки и привело к идее «целенаправленного» («objective»), или *конвергентного*, исследования, когда ресурсы всех дисциплин направлялись на одну общую «цель»: на разрешение таких технических или оперативных военных проблем, как пробиваемость танковой брони или защита от подводных лодок. Дополнением к этому было развитие «предметного» («subjective»), или *дивергентного*, исследования, когда во всех областях искалось применение продукту одной специфической группы таких приспособлений или идей, как радар или плановое техническое обслуживание.

Ценность этих методов работы, применяемых во время войны под общим названием оперативных исследований, оказалась настолько большой, что те, у кого был некоторый опыт в этой области, естественно захотели использовать их во время мира, когда, правда, цели были гораздо более расплывчаты, но, по крайней мере, конструктивны. Каким образом и почему эта попытка ни к чему не привела, было рассмотрено в гл. 13. Но в этой неудаче повинны условия, созданные капиталистической экономикой; стратегия в науке до сих пор необходима, а ее практическая возможность была продемонстрирована в социалистических странах. Попытка использовать стратегию в науке означает новый размах научной мысли; необходимо учитывать прогресс науки в целом, а не только отдельной части ее, и связывать науку не только с современными наблюдениями, но и с ее прошлым и будущим.

Организация научных работников

Преобразования в науке не могут происходить сами собой даже под воздействием внешних объективных условий. Подобно преобразованиям во всех других реальных институтах, они должны осуществляться действительными людьми внутри и вне науки, которые, поняв и почувствовав на своем опыте тенденцию развития событий, увидели необходимость в разумных совместных действиях и которые готовы посвятить себя этому делу. Прежде всего это стремление исходит из недр самой науки. Огромный рост науки в XIX веке и еще большее ее развитие в XX веке вызвали к жизни новый и быстро растущий вид деятельности. Эта новая научная специальность коренным образом отличается от научной специальности XIX и более ранних веков. В настоящее время во всем мире примерно 250 000 мужчин и женщин фактически зараба-

тывают себе на жизнь научной работой, а среди них около 50 000 ученых занято главным образом научными исследованиями. Огромное большинство этих людей являются штатными служащими частных промышленных предприятий и правительственных учреждений, и только небольшая, но чрезвычайно важная часть ученых находится в академических учреждениях. Однако рост числа научных работников был настолько велик, что вначале он обгонял их возможности организоваться. Старые научные общества, занятые в первую очередь внутренним прогрессом науки и лишь между прочим—установлением профессиональных стандартов, не могли действительно обеспечить такую организацию и фактически не хотели этого.

Новый тип организации, возникший вначале в Англии и распространяющийся в настоящее время в других странах мира, представляет собой разновидность организации явно тред-юнионистского типа, которая рассматривает существование науки как новый фактор в промышленности и сельском хозяйстве, а научного работника—как существенно не отличающийся от остальных тип технического работника. В Англии это имело своим результатом образование в 1917 году специального тред-юниона—«Ассоциации научных работников»^{13; 1. 61a}. В других странах с иной профсоюзной структурой, где все рабочие одной определенной отрасли промышленности принадлежат к одному профсоюзу, это имело своим результатом созыв ассамблеи научных работников—членов различных профсоюзов—для консультации по своим общим проблемам. В странах со слабо развитыми профсоюзами или там, где научные работники, повидимому, не могли входить в профсоюзы, были созданы независимые ассоциации ученых, цели которых обычно ограничивались обеспечением соответствующего места для науки в своих странах. Большинство из этих организаций в настоящее время объединяются во «Всемирную федерацию научных работников», основанную в 1949 году.

Цели таких ассоциаций двойственны: во-первых, в качестве профсоюзов заботиться об интересах и условиях труда своих членов—самая главная задача, так как неорганизованные в настоящее время рабочие менее всего защищены от эксплуатации; и, во-вторых, заботиться о надлежащем использовании науки в национальной экономике и в международных делах. Как гласит преамбула «Хартии научных работников»:

«Научные работники могут должным образом выполнить свои обязанности перед обществом, если они работают при условиях, которые дают им возможность полностью использовать свои таланты, и только в этом случае.

Основная ответственность за поддержание и развитие науки должна лежать на самих научных работниках, ибо они одни могут понять характер работы и направление, в котором необходимо развивать науку. Однако ответственность за использование науки должна быть совместной ответственностью научных работников и широких слоев народа. Научные работники не имеют контроля над административными, экономическими и техническими властями в обществе, где они живут, и не претендуют на такой контроль. Тем не менее они несут особую ответственность за указания там, где пренебрежение или злоупотребление научным знанием ведет к результатам, наносящим ущерб обществу. В то же время само общество должно иметь возможность и желание учитывать и использовать возможности, предоставляемые наукой, которые могут быть созданы только путем широкого распространения сведений о методах и результатах естественных и общественных наук»^{7. 27}.

Популяризация науки

Популяризация науки означает общность мысли ученых и не ученых, более широкое понимание общественных проблем учеными и более широкое понимание науки администрацией, рабочими и широкими слоями народа. Необходимо возобновить распространение научных знаний, причем распространять их с гораздо большей интенсивностью, чем это делалось 100 лет тому назад, когда

они распространялись наилучшим образом. Однако нынешняя популяризация науки должна отличаться от старой. Дело уже состоит не в том, чтобы просто экспонировать диковинки и тающиеся в науке возможности. «Дайте нам больше науки,—говорили Гексли и Тиндолл,—и тогда жизнь будет более обеспеченной, зажиточной и приятной для всех». Этого в настоящее время недостаточно. Фактически приходится иметь дело с весьма реальным подозрительным отношением и даже враждебностью к науке, которые порождались в последние годы использованием науки для разрушения, а также с общим страхом перед дальнейшим использованием науки для все более ужасных форм разрушения в будущем. Прежде чем науку можно будет направить на мирные цели, необходимо широкое понимание отношения науки к общественному прогрессу и решимость действовать. Для полного, позитивного использования науки требуется гораздо больше, чем пассивное ознакомление с наукой. Раз наука составляет часть общего образования, то активное участие в науке всего трудящегося населения (стр. 631) становится возможным и действительно необходимым. Каждая фаза производственного прогресса в промышленности и сельском хозяйстве, даже практические стороны домашней жизни, может стать областью разумного экспериментирования, практических улучшений и нововведений.

14.9. МИРУ НЕОБХОДИМА НАУКА

Изучая место и развитие науки в нашем обществе, мы убеждаемся прежде всего в столь возросшем ее значении, что науку уже нельзя предоставлять одним лишь ученым или политическим деятелям, а также в том, что весь народ должен участвовать в ее развитии, если наука должна стать благом, а не проклятием. Это не очень далекая перспектива. В результате применения науки в эпоху сначала нерегулируемого капитализма, периода промышленной революции, а затем—в настоящее время—монополистического капитализма положение человечества на земном шаре стало чрезвычайно ненадежным. Миру угрожают, как никогда, опасность войны и голод.

Опасность войны и пути ее преодоления

Рассмотрение вопроса об усилиях, затраченных на военные приготовления и на действительные войны, и в особенности о том, насколько сильно наука и ученые вовлекались и вовлекаются в дело подготовки к войнам, заняло, к сожалению, слишком много места в этой книге (стр. 441 и далее, 485 и далее, 670). Мы рассмотрели, по крайней мере, некоторые из многочисленных способов, какими сама подготовка к войне извращает и останавливает рост науки. Однако ни одно из этих последствий не сравнимо с последствиями самой войны, во время которой было бы применено то оружие, которое, как мы уже знаем, существует. Новая война не уничтожит цивилизацию, однако она отбросила бы ее назад на многие годы; были бы потеряны сотни миллионов людей, а страдания и болезни умножились бы во много раз.

Ресурсы мира при их современном использовании недостаточны для удовлетворения нужд человека; расточение большей части этих ресурсов в войне могло бы катастрофически нарушить равновесие и привести к почти безграничным бедствиям. Поэтому положить конец этой грозящей возможности войны есть дело самой первостепенной важности. И это можно сделать при условии достаточного понимания этого всем народом и общественным давлением. Правда, война и военные приготовления стали, повидимому, существенным условием сохранения капиталистической экономики в ее настоящей фазе развития. Они являются таким условием не столько вследствие необходимости защищать капиталистическую экономику от внешних и внутренних врагов, сколько в качестве средства обеспечения производства максимально прибыльных товаров, которые не могут вызвать затруднений при их сбыте, вызываемых при сбыте товаров, требующихся не для целей разрушения.

Но эти условия не являются абсолютными. По мере ослабления напряженности периода «холодной войны» сохранение военной экономики становится все более трудным. Тот факт, что все больше и больше людей начинают понимать самоубийственный характер водородной бомбы, заставляет генералов и даже политических деятелей усомниться в том, стоит ли им идти дальше известных границ. Рано или поздно явная абсурдность бесполезной траты столь напряженных усилий на вооружения и подготовку научной войны в таком мире, который не смеет развязать войну, прочно войдет в сознание людей и они страшнут с себя это наваждение.

Раз устранена непосредственная угроза войны, то открывается путь к установлению известной согласованной формы сосуществования двух важнейших мировых общественных систем—капиталистической и социалистической. Уже признается, что это влечет за собой проведение важных мероприятий по разоружению, включая гарантированное соглашение о запрещении применения всех видов оружия массового уничтожения—атомной и водородной бомбы, а также бактериологического оружия^{7,4}. Это, далее, означало бы возобновление и значительное увеличение торговли между двумя частями мира и полный размах культурных и научных связей. Последствия такой *détente* (разрядки напряженности.—*Перев.*) в капиталистических странах могли бы повлечь за собой экономический спад вследствие сокращения военных заказов, однако этот спад мог бы быть временным, а растущие вложения капитала в развитие экономики своей страны и торговли, особенно со слаборазвитыми и социалистическими странами, значительно компенсировали бы эти сокращения военных заказов. Тогда упрочившийся мир и разоружение дали бы возможность посвятить больше усилий производству товаров широкого потребления и осуществлению планов развития экономики. Также можно было бы направить больше средств на капиталовложения и на оказание помощи слаборазвитым странам.

Наука выиграла бы от этих изменений больше всего. Если бы какая-нибудь важная часть ресурсов, идущая в настоящее время на военные исследования и гонку вооружений, была направлена на проведение гражданских исследований, то в результате небывало в истории науки возросли бы средства и людские ресурсы. Кроме того, военные исследовательские учреждения можно было бы преобразовать в гражданские исследовательские учреждения такого же общего характера, и это преобразование можно было бы провести столь же быстро, как были осуществлены обратные изменения во время последней войны,—самое большое за несколько месяцев^{1,2,285}.

Осуществление всех этих надежд зависит от способности народов мира заставить свои правительства предотвратить начало третьей мировой войны. Вследствие того что вооружения, которые производятся в настоящее время, в значительной степени были изобретены наукой, ученые несут особую ответственность и должны действительно участвовать во всех выступлениях против подготовки новой войны и за устранение ее политических и экономических причин. Это при существующем в настоящее время положении в мире является сложной задачей. Прежде всего ученые обязаны по мере своих возможностей дать анализ сложившегося положения, особенно в тех вопросах, где они являются специалистами, и в свете этого оказывать содействие осведомлению своих сограждан о происходящих событиях и присоединиться к движению, которое, на их взгляд, стремится к установлению практического и прочного мира.

Ликвидация голода

Более того, возможности человечества довольно незначительны даже и без войны. Мы уже указывали, что огромный рост сельского хозяйства в XIX веке имел своим результатом производство чрезвычайно большого количества пищевых продуктов ценою истощения почвы в невиданных ранее масштабах; такое истощение почвы, которое в настоящее время весьма ощутимо, отражается

на почвенных ресурсах всей планеты. Это совпало с ростом населения, который вызывался потребностями в рабочей силе в период первой промышленной революции и стал возможным благодаря сопутствовавшим ей улучшениям в сельском хозяйстве, здравоохранении и транспорте.

Из Англии и северной Европы этот процесс распространился гораздо дальше индустриальных центров, на области, снабжающие эти центры сырьем. Здесь потребности товарного земледелия, обеспечивающего продуктами питания и волокном, производство которого в настоящее время в значительной мере сосредоточено в тропических и субтропических районах, а также потребности горного дела создают дальнейший спрос на рабочую силу, вызывают рост населения и с небывалой силой сказываются на почти неизменном снабжении продовольствием. Как мы видели (стр. 518 и далее), это не просто автоматическое следствие биологических факторов, а скорее следствие устаревшей и порочной системы плантаций и полуфеодалного сельского хозяйства, служащего крупному капиталу. Однако до тех пор, пока эта система продолжает существовать, голод—не случайный голод одного неурожайного года в одном из районов, а общий и постоянный голод—будет определенно ее результатом.

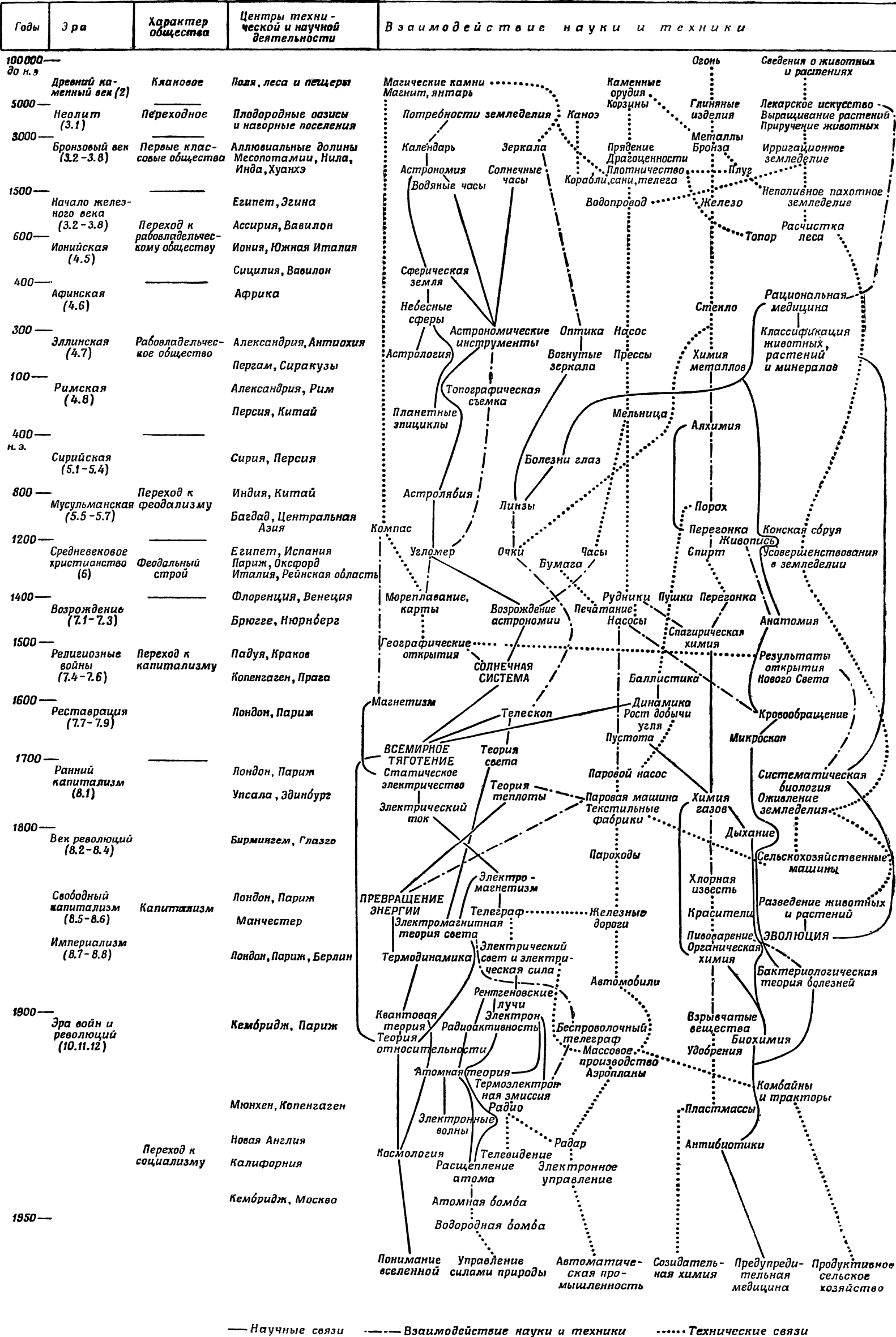
Наука служит благосостоянию

Изменение этих тенденций является в первую очередь экономической и политической проблемой. Только в том случае, когда весь мир будет действительно гарантирован от войны, появится возможность направить инициативу всех людей на улучшение общего благосостояния, тогда будет иметь смысл обстоятельно рассматривать надлежащее развитие и использование науки. Вопрос об использовании науки для улучшения жизни человечества также представляет собой в первую очередь политический вопрос, то есть такой вопрос, который в конечном счете должен быть решен всем народом. Однако народ не может сделать этого без тех знаний, которыми располагают только ученые. Поэтому долгом ученого, по крайней мере в течение известного периода времени, является выйти за пределы своей специальности и работать со всеми другими одинаково с ним мыслящими людьми различных профессий, то есть с квалифицированными рабочими, с чернорабочими и прислужой для того, чтобы помочь создать общество, где наука может быть использована должным образом. Однако нет причин, почему бы ученые не сделали этого, и именно там, где организация объединяет ученых и неученых ради общего дела, они могут разрешить свои задачи.

О некоторых сторонах значения этих мероприятий для действительного производства благоприятных условий жизни, для здоровья, культуры и общего счастья и успеха уже говорилось в конце глав 10, 11 и 13, где рассматривалась наука XX века. Коротко говоря, это означало бы доведение до конца новой промышленной биотехнической революции, которая благодаря развитию автоматического производства и механизмов управления имела бы своим первым следствием избавление не только от необходимости во всяком сверхтяжелом и опасном труде, но и от всякого однообразного фабричного и канцелярского труда.

Энергия на службе человека

Все это будет осуществлено на базе широкого производства и использования энергии, запасы которой, как мы теперь знаем, будут неиссякаемы, стоит ей только освободиться от оков, наложенных на нее требованиями производства бомб. Нет никакой нужды использовать ее экономно, но ее следует использовать мудро. Изобилие энергии означает изобилие сырья, такого, как сталь и другие металлы, пластмассы, волокна,—одним словом, всего необходимого для промышленности транспорта, жилищ или одежды. Сырье обеспечивает работу заводов, которые, благодаря автоматизации, могут изготовлять все необходимые нам товары. Оно также обеспечивает рациональную систему перевозки товаров и транспорта, благодаря которой люди смогут попасть туда, куда им



В данной таблице сделана попытка свести воедино результаты предыдущих таблиц и показать характер их взаимодействия. Первые три колонки указывают на исторический, социальный и географический фон. Временные вехи в этой таблице в отличие от других таблиц не постоянны: периодам быстрого прогресса, как IV веку до н. э. или XVII веку н. э., отводится столько же места, сколько и четверем столетиям между IV и VIII веками н. э. Это, несомненно, затемняет существующую в действительности неравномерность научного и технического прогресса, однако это неизбежно из-за недостатка места. Разрыв до и после 1400 года также сделан ради удобства напечатания таблицы. Естественно, что в третьей колонке, особенно в более поздние годы, несколько произвольно указываются основные центры. Ее следует изучать вместе с картами. Основная часть таблицы показывает некоторые взаимосвязи научного и технического прогресса, изображенные в том виде, как это было в действительности. На характер этих взаимосвязей указывают выделенные курсивом названия открытий, имеющих более чистый научный аспект. Некоторые влияния технических и научных факторов друг на друга изображаются линиями, хотя, чтобы избежать усложнения, многие такие факты опущены. Выделяются три главные линии непрерывного прогресса. Первая и самая большая, поскольку речь идет о науке, идет от календаря к астрономии, навигации, механике и разветвляется в различные отрасли физики. Вторая и еще большая линия прогресса включает в себя основной ряд механико-технологического прогресса, который мало обязан науке вплоть до изобретения паровой машины, но который дал очень много ей. Третья линия представляет собой прогресс в искусстве изменения материи—керамика, металлургия и химия,—где вклады науки и техники гораздо более тесно переплелись между собой. Второстепенные, более ограниченные линии развития, как прогресс в оптике и в электричестве, также отмечаются, однако взаимосвязи сельскохозяйственного, медицинского и биологического секторов слишком сложны, чтобы их изобразить надлежащим образом в данном масштабе.

нужно, не мешая друг другу и не тратя времени на объезды. Ныне нет никаких технических преград, мешающих автоматизации уличного движения. Накопление такого огромного количества благ потребует известного времени, но при отсутствии политической обструкции срок этот будет не очень уж большим, стоит только высвободить для полезной работы те необъятные резервы производства и возможностей науки, которые целиком заняты сейчас военными приготовлениями.

Преобразование природы

В то же самое время будет проведено преобразование природы в направлении, указываемом биологией и геологией, с помощью использования тяжелой индустрии, включая, по всей вероятности, атомную энергию. Таким путем все речные бассейны всего мира могут быть подчинены власти человека, что ликвидирует наводнения, засухи и разрушительную эрозию почвы и значительно расширит районы возделываемой земли и скотоводства. Таким путем можно будет покончить с непосредственными последствиями недоедания и страха перед голодом и создать благоприятные условия для большого прироста населения. Затем откроются возможности дальнейшего расширения производительной зоны мира на территориях, занимаемых в настоящее время пустынями и горными пустошами, и полного использования ресурсов морей, а еще дальше откроются возможности микробиологического и фотохимического производства продуктов питания.

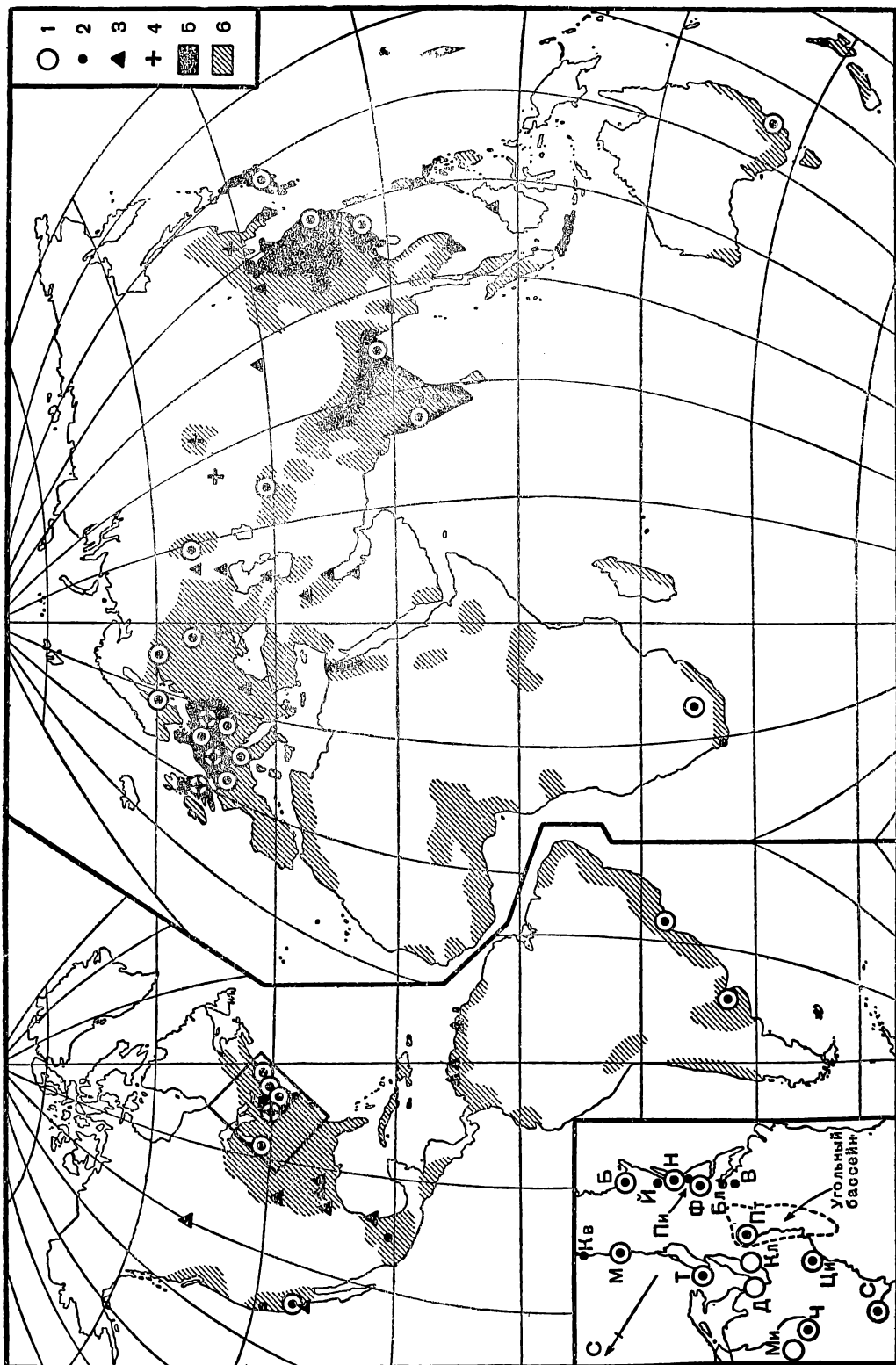
Возможности научно-исследовательской работы

Это не досужие вымыслы, но планы, выполнимые при наличии материалов, людей и знаний, которые мы имеем уже сейчас. Однако это только начало того, что сулит наука. Ее истинная ценность заключается в том, что она открывает неизвестные еще нам и безграничные возможности исследовательской работы, которая, если она обеспечена достаточным количеством людей и материальными средствами, пользуется полной свободой и имеет гибкую организацию, сможет показать, на что способно человечество как в смысле размаха, так и глубины этой работы. Это тот «свет», о котором мечтал Бэкон, свет, «который, разгораясь, озарил бы все области, ограничивающие круг наших сегодняшних познаний». Свет этот принес бы наибольшую пользу именно там, где он считал его наиболее необходимым—в ликвидации болезней и продлении жизни.

Эта экономическая, сельскохозяйственная, научная революция повлечет за собой изменение централизаторских тенденций промышленности при капитализме и их замену равномерным распределением промышленности и сельского хозяйства во всем мире. Они также повлекут за собой объединение науки с другими производительными силами. Это означает огромный рост масштабов самой науки. Усилия, затраченные на научные открытия того, что надо делать, будут столь же велики, как и усилия по осуществлению стоящих перед наукой задач. Эти преобразования должны создать новый уровень контроля человека над всей его средой. Сельскохозяйственная и промышленная революция прошлого давали людям технический и организационный контроль над их органической и неорганической средой. Настоящая революция должна добавить к этому контроль над социальной средой и над развитием самого общества. Достижение бесклассового общества есть первое необходимое условие для проведения преобразований, однако для завершения их требуется нечто совершенно новое—приобретение всеми способности к сознательным, объединенным, общественным действиям.

Социальная ответственность

К чему привели бы такие преобразования науку и культуру вообще, по существу, нельзя предсказать. Если бы мы знали заранее все ответы, то не осталось бы места для науки. Однако на основании исторического опыта мы вполне можем сделать вывод, что построение бесклассового общества при-



К а р т а 5. Мир наших дней.

На этой карте мы пытаемся показать распределение населения, промышленности и научных центров во всем мире в соответствии с изложенным в главе 14, в частности на стр. 665 и далее. Для того чтобы выявить основные пункты, контрасты были несколько усилены. Из этой карты видно, что большинство населения мира занимает четыре основных района: Европу, Северную Америку, Китай с Японией, Индию с Индонезией. Однако промышленность мира почти целиком сосредоточена в первых двух районах—положение, которое, повидимому, не сохранится. Старые центры с большой концентрацией населения быстро развивают индустрию, и растут новые центры сосредоточения населения и промышленности. Тот факт, что имеется достаточно простора для расширения, отмечен большими белыми пятнами на карте. Небольшие размеры главных индустриальных районов Северо-Западной Европы и Северо-Восточной Америки мешают в масштабе этой карты представить их центры производства и научных исследований. Более подробно распределение населения, промышленности и научных центров в Европе см. на карте 4. Более подробно распределение населения, промышленности и научных центров в Америке показано на вставке к карте 5, а также в таблице сокращенных обозначений ведущих университетов и промышленных центров. Никаких наименований на карте в целом не приводится, так как расположение большинства районов очевидно.

У слов н ы е о б о з н а ч е н и я :

1—индустриальные центры; 2—научные центры; 3—нефтяные месторождения; 4—угольные бассейны; 5—густонаселенные районы;
6—районы со средней плотностью населения.

Б—Бостон (Гарвардский университет); Бл—Балтимор (Университет Джона Гопкинса); В—Вашингтон; Д—Детройт; Й—Йельский университет; Кв—Квебек; Кл—Кливленд; М—Монреаль; Ми—Милуоки; Н—Нью-Йорк (Колумбийский университет); Пи—Принстон; Пт—Питтсбург; С—Сент-Луис; Т—Торонто; Ф—Филадельфия; Ци—Цинциннати; Ч—Чикаго.

вело бы к небывалому оживлению научной деятельности, к созданию новых великих трудов человеческой мысли и человеческого творчества. Духовная жизнь, в которой все люди принимали бы участие, более тесно связалась бы с практическими задачами человечества, стала бы более разумной.

Новый тип общества, которое сознает свое собственное развитие, являющееся делом солидарной ответственности всех его граждан, непременно должен выработать на этой основе свою мораль, которая, включив в себя весь накопленный опыт, может достичь таких новых вершин, которые мы в настоящее время можем себе только смутно представить. Новая техника, новая наука не могут функционировать ни при старой морали, ни при старой экономической и политической системе. Новая мораль будет означать гораздо более высокий уровень личной и коллективной ответственности по сравнению с любым достигнутым в прошлом уровнем ответственности, ограниченным в его тогдашнем виде традиционными требованиями семьи и рода.

Отсутствие знания само собой означает отсутствие ответственности. Когда люди не могли понять или поставить в связь со своими действиями ни счастливый, ни несчастный случай, то они вполне справедливо полагали, что ими управляют другие силы: слепая судьба, добрые или злые боги. Что касается чувства личной ответственности, то в этом случае оно было косвенным. Если человек не мог управлять стихиями, то он мог, по крайней мере, попытаться управлять самим собой, а когда человек пренебрегал этим, игнорируя обычаи племени или веления богов, он терпел неудачу, и последствия сказывались на общем бедствии. Однако ответственность, предполагаемая этой концентрацией праведности и греховности, слепа. Ее принятие может только привести к благочестивой приверженности к племенным ритуалам и табу. Даже в век капитализма ответственность ограничивалась индивидом и измерялась просто деньгами. Если человек жил честно и содержал свою семью, то он выполнял свою наиболее важную обязанность перед обществом. Невзгоды бума и кризиса, безработицы, трущоб и войны его не касались.

Было время, когда невежество было благочестием. Господ в классовом обществе вполне удовлетворяло, чтобы народ знал не больше, чем это необходимо для его работы, и в особенности чтобы он совершенно не интересовался основами самого общества (стр. 531 и далее). Теперь, когда выросло знание и расширился опыт, такая слепота больше не допустима; в самом деле, ни одно современное развитое в промышленном отношении общество не может допустить и перенести это, а ответственность вновь становится коллективной и сознательной ответственностью. События научили нас, по крайней мере, тому, что люди—это не обособленные единицы, что их по видимости изолированные действия являются факторами в общем социальном движении. «Непреодолимое» невежество, допустимое и действительно неизбежное в прошлом, теперь становится «поборимым», нетерпимым уже невежеством. Если некоторые люди отказываются понимать или признавать значение увиденного, если, хуже того, с помощью своего контроля над образованием и прессой мешают другим понять значение общественных действий, то они являются явными врагами общества. Когда никто не будет заинтересован скрывать социальные истины—а это может быть только в полном бесклассовом обществе,—только тогда каждый сможет беспрепятственно узреть природу общества, в котором он живет.

Раз обеспечен прочный материальный базис, а природные ресурсы мудро используются, произойдет самое важное изменение—впервые будут высвобождены ресурсы, таящиеся в самих человеческих существах. Во всем мире каждый ребенок, а не только дети привилегированных классов и рас, сможет получить все преимущества образования. Человек свободно сможет всецело приложить свои способности к общему делу. С течением времени люди создадут и изменят общественные формы, через посредство которых они сотрудничают, причем они будут созданы совершенно сознательно, благодаря научным дискуссиям, а их развитие больше не будут направлять деспотические политические боссы

или слепые экономические силы. Наибольшие знания о природе и обществе являются настоящим требованием в любом обществе, руководимом народом в своих интересах, они насущно необходимы и в борьбе за укрепление такого общества. Воплощение этого в действительность влечет за собой распространение подлинного общенародного образования нового типа, о котором я уже говорил. Насколько станет эффективным такое образование, настолько эффективным будут способности всех людей использовать науку и принять участие в ее развитии; с изоляцией науки от остальной культуры и от народа будет также покончено.

Преобразование общества и создание общества, свободного от эксплуатации, может быть осуществлено с помощью науки и только науки. На протяжении длительного периода господства классовых обществ наличная техника никогда не была настолько высоко развита, чтобы обеспечить более чем небольшой избыток продукции над средствами существования, который присваивался господствующим классом. Теперь благодаря науке мы можем сделать этот избыток настолько большим, насколько захотим, однако нищета и угроза войны останутся участью человека до тех пор, пока нельзя будет свободно использовать науку и пока она будет извращаться ради дурных и разрушительных целей. В ходе всех предшествующих классовых битв один класс просто занимал место другого, а эксплуатация продолжалась в иной форме. При переходе от капитализма через социализм к коммунизму эта необходимость наконец исчезнет, производство будет достаточно обильным, чтобы устранить всякую потребность в пролетариате или крепостных. Однако останется потребность в науке, которая теперь не ограничивается немногими специалистами, а является частью жизни всего народа.

Многое еще надо сделать. Первый и труднейший шаг состоит в том, чтобы использовать наши настоящие знания для устранения известного нам зла. Вторым шагом является использование исследований для того, чтобы найти новые средства устранения того зла, которого мы в настоящее время не можем избежать,—исцелить болезни, продлить жизнь и обеспечить счастье для всех. Однако, помимо этого, остаются еще дальнейшие задачи—задачи продолжения и расширения исследований, чтобы открыть еще не известное нам зло, против которого мы в свою очередь должны бороться и которое мы должны уничтожить. Наоборот, в более позитивном смысле мы должны открыть новое и полезное—новые материалы, новые процессы и прежде всего новые и эффективные основы организации общественных действий. Это, в сущности, означает, что задача человеческой мысли только начинается в знании. Знание должно иметь своим результатом конструктивное изменение, прежде чем оно сможет обновить себя.

Этими наметками будущего вполне можно закончить книгу, так как цель ее написания состояла в том, чтобы, исследуя прошлое, найти ключ к будущему. Поскольку областью моих исследований была наука, я должен был подчеркнуть ту роль, которую она играет в осуществлении общественных изменений и постановке социальных проблем. Я стремился также показать, каким образом наука может помочь разрешить эти проблемы. Они определенно не могут быть разрешены без науки, от них также нельзя и уклониться.

История общества в прошлом была летописью человеческих намерений, человеческих действий и таких событий, которые гораздо чаще сильно отличались от сознательно преследуемых целей. Она была областью действия сил, которые можно было лишь смутно угадать и которые гораздо легче отождествлялись с существами высшего порядка, для которых люди были игрушками. Когда мы станем видеть в истории больше, когда мы начнем в некоторой степени понимать те силы и законы, которым должны подчиняться исторические события, они станут результатом сознательного планирования и сознательно достигаемых целей. С открытием науки об обществе, как говорил Энгельс, начинается подлинная история человечества.

БИБЛИОГРАФИЯ

Часть I

ОБЩЕЕ ВВЕДЕНИЕ

1. Anthony H. D., Science and its Background, London, 1948.
2. Bernal J. D., The Freedom of Necessity, London, 1949.
3. Bernal J. D., The Social Function of Science, London, 1939.
4. Black M., The Definition of Scientific Method, «Science and Civilization», ed. R. C. Stauffer, Wisconsin, 1949.
5. Childe V. G., History, 1947.
6. Childe V. G., What Happened in History, Harmondsworth, 1942.
7. Conant J. B., On Understanding Science, New Haven, 1947.
8. Growthier J. G., The Social Relations of Science, London, 1941.
9. Dampier W. C., sir, Cambridge Readings in the History of Science, Cambridge, 1924.
10. Dampier W. C., sir, A History of Science and its Relations with Philosophy and Religion, Cambridge, 1949.
11. Dampier W. C., sir, Shorter History of Science, Cambridge, 1944.
- 11a. Dingle H., The Scientific Adventure, London, 1952.
12. Levy H., The Universe of Science, London, 1933.
13. Lilley S., Social Aspects of the History of Science, «Archives Internationales d'Histoire des Sciences», vol. 28 (1949).
14. Mason S. F., A History of the Sciences, London, 1953.
15. Polanyi M., Science, Faith and Society, London, 1946.
16. Rousseau P., Histoire de la Science, Paris, 1945.
17. Sarton G., The History of Science and the New Humanism, New York, 1931.
18. Singer C., A Short History of Science to the Nineteenth Century, Oxford, 1941.
- 18a. Taylor F. S., Science Past and Present, London, 1945.
19. Taylor F. S., A Short History of Science, London, 1949.
20. Toynbee A. J., A Study of History, 6 vols., Oxford, 1939.
- 20a. Underwood E. A. (ed.), Science Medicine and History, 2 vols., Oxford, 1953.
21. Whewell W., History of the Inductive Sciences, 3 vols., London, 1857.
- 21a. Whitehead A. N., Science and the Modern World, Cambridge, 1925.
22. Wightman W. P. D., The Growth of Scientific Ideas, Edinburgh, 1950.

Глава I

23. Bell E. T., The Development of Mathematics, New York, 1945.
24. Dingle H., Science and Professor Bernal, «Science Progress», No. 146, London (1949).
25. Doig P., A Concise History of Astronomy, London, 1950.
26. Einstein A., The World as I See It, London, 1935.
27. Farrington B., Karl Marx, Scholar and Revolutionary, «Modern Quarterly», vol. 7 (1952), p. 83.
28. Forbes R. J., Man the Maker, London, 1950.
29. Gregory J. C., A Short History of Atomism, London, 1931.
30. Hawton H., The Feast of Unreason, London, 1952.
31. Lilley S., Man, Machines and History, London, 1948.
32. Mumford L., The Culture of Cities, London, 1940.
33. Mumford L., Technics and Civilization, London, 1947.
34. Nordenskiöld E., The History of Biology, New York, 1928.
35. Partington J. R., A Short History of Chemistry, London, 1948.
36. Roll E., A History of Economic Thought, London, 1938.
37. Russel B. A. W., A History of Western Philosophy, London, 1946.
38. Sigerist H. E., A History of Medicine, vol. 1, New York, 1951.
39. Singer G., A History of Biology, London, 1950.
40. Singer C., A Short History of Medicine, Oxford, 1928.
41. Smith D. E., A History of Mathematics, 2 vols., Boston, 1923, 1925.
42. Struik D. J., A Concise History of Mathematics, 2 vols., New York, 1948.

43. Thorndike L., A History of Magic and Experimental Science, 6 vols., New York, 1923—1941.
44. Usher A. P., A History of Mechanical Inventions, New York, 1929.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

45. «Ambix», London, 1937.
46. «Annals of Science», London, 1936.
47. «Archives Internationales d'Histoire des Sciences», Paris, 1947.
48. «British Journal for the Philosophy of Science», Edinburgh, 1950.
49. «Bulletin of the Atomic Scientists», Chicago, 1946.
50. «Bulletin of the British Society for the History of Science», London, 1949.
51. «Centaurus», Copenhagen, 1950.
52. «Isis», Brussels, 1913.
53. «Journal of the History of Ideas», New York, 1940.
54. «Labour Monthly», London, 1920.
55. «Marxist Quarterly», London, 1954.
56. «Modern Quarterly», 1938—1953.
- 56a. «Operational Research Quarterly», London, 1950.
57. «Osiris», Bruges, 1936—.
58. «Revue d'Histoire des Sciences et de Leur Application», Paris, 1947.
59. «Science and Mankind», London, 1949.
60. «Science and Society», New York, 1936.
61. «Science for Peace Bulletin», London, 1951.
- 61a. «The Scientific Worker», 1920.
62. «Transactions of the Newcomen Society», London, 1922.

Часть II

Главы 2, 3 и 4

1. Brunet P., Mieli A., Histoire des Sciences: Antiquité, Paris, 1935.
- 1a. Child V. G., Man Makes Himself, London, 1939.
2. Farrington B., Science and Politics in the Ancient World, London, 1939.
3. Farrington B., Science in Antiquity, London, 1936.
4. Rey A., La Science dans l'Antiquité, 4 vols., Paris, 1930—1946.
5. Sarton G., Ancient Science to Epicurus, Cambridge, Mass., 1952.
- 5a. Sarton G., Introduction to the History of Science, vol. I, Baltimore, 1927.
6. Singer C., From Magic to Science, London, 1928.
- 6a. Andrews E., A History of Scientific English, New York, 1947.
7. Aristotle, Aristotle's Physics, ed. W. D. Ross, Oxford, 1936 (Аристотель, Физика, изд. 2, М., 1937).
8. Bailey C., The Greek Atomists and Epicurus, Oxford, 1928.
9. Breasted J. H., The Edwin Smith Surgical Papyrus, Chicago, 1930.
10. Budge E. A. W., Egyptian Hieratic Papyri in the British Museum, 2nd Series, London, 1923.
11. Collingwood R. G., The Idea of Nature, Oxford, 1945.
12. Cornford F. M., The Unwritten Philosophy and other essays, Cambridge, 1950.
13. Dange S. A., India from Primitive Communism to Slavery, Bombay, 1949.
14. Diamond A. S., The Evolution of Law and Order, London, 1951.
15. Duhem P., Le Système du Monde, 5 vols., Paris, 1913—1917.
16. Engels F., Dialectics of Nature, tr. and ed. C. Dutt, London, 1940 (см. Ф. Энгельс, Диалектика природы, Госполитиздат, 1953).
17. Farrington B., Greek Science, vol. I, Harmondsworth, 1944.
- 17a. Farrington B., Greek Science, vol. 2, Harmondsworth, 1949.
18. Forbes R. J., Metallurgy in Antiquity, Leiden, 1950.
19. Forbes R. J., A Short History of the Art of Distillation, Leiden, 1948.
20. Frankfort H., The Birth of Civilization in the Near East, London, 1951.
21. Frankfort H. and others, Before Philosophy, Harmondsworth, 1949.
- 21a. Galen, De sanitate tuenda, tr. R. M. Green, Oxford, 1952.
22. Glanville S. R. K. (ed.), The Legacy of Egypt, Oxford, 1942.
- 22a. Granet M., Chinese Civilization, London, 1930.
- 22b. Hamurabi, The Oldest Code of Laws in the World, Edinburgh, 1905.
23. Heath T. L., sir, Aristarchus of Samos, Oxford, 1913.
24. Heath T. L., sir, Greek Astronomy, London, 1932.
25. Heath T. L., sir, A History of Greek Mathematics, Oxford, 1921.
26. Heiberg J. L., Mathematics and Physical Science in Classical Antiquity, tr. D. C. Macgregor, Oxford, 1952.

27. Heide W. A., The Heroic Age of Science, Washington, 1933.
28. King L. W., The History of Summer and Akkad. London, 1916.
29. Lefebvre des Noettes R., De la Marine Antique à la Marine Moderne, Paris, 1935.
30. Lefebvre des Noettes R., L'Attelage, Paris, 1931.
- 30a. Leroi-Gourhan A., L'Homme et la Matière, Paris, 1943.
- 30b. Leroi-Gourhan A., Milieu et Techniques, Paris, 1945.
31. Livingstone R. W. (ed.), sir, The Legacy of Greece, Oxford, 1942.
32. Mason O. T., The Origins of Invention, London, 1895.
33. Mins H. F., Marx's Doctoral Dissertation, «Science and Society», vol. 12 (1948).
34. Neuburger A., The Technical Arts and Sciences of the Ancients, London, 1930.
35. Neugebauer O., The Exact Sciences in Antiquity, Copenhagen, 1951.
36. Oakley K. P., Man the Tool-maker, London, 1949.
37. Partington J. R., Origins and Development of Applied Chemistry, London, 1935.
- 37a. Piggott S., Prehistoric India, Harmondsworth, 1950.
38. Plato, Dialogues, tr. B. Jowett, 3rd edn., 5 vols., Oxford, 1951 (см. Платон, Соч., ч. 1—6, Спб.—М., 1863—1879).
39. Plutarch, The Life of Marcellus, «Plutarch's Lives», tr. B. Perrin, vol. 5, London, 1914—1926.
40. Popper K. R., The Open Society and its Enemies, London, 1945.
41. Popper K. R., The Nature of Philosophical Problems and their Roots in Science. «British Journal for the Philosophy of Science», vol. 3 (1952).
42. Raglan, Lord, The Hero, London, 1949.
- 42a. Robertson A., The Bible and its Background, 2 vols., London, 1949.
43. Singer C., Greek Biology and Greek Medicine, Oxford, 1922.
44. Speiser E. A., The Beginnings of Civilization in Mesopotamia, «Supplement to Journal of the American Oriental Society», No. 4 (1939).
- 44a. Theophrastus, Theophrastus's History of Stones, tr. J. Hill, London, 1746.
45. Thomson G., Aeschylus and Athens, London, 1946.
46. Thomson G., Studies in Ancient Greek Society, London, 1949.
47. Thomson G., From Religion to Philosophy, «Journal of Hellenic Studies», vol. 73 (1953).
- 47a. Vaillant G. C., The Aztecs of Mexico, Harmondsworth, 1950.
48. Wason M. O., Class Struggles in Ancient Greece, London, 1947.
49. Weltfisch O., The Origins of Art, New York, 1953.
50. Wittfogel K. A., Wirtschaft und Gesellschaft Chinas, Leipzig, 1931.

Часть III

Главы 5 и 6

1. Butterfield H., The Origins of Modern Science, London, 1949.
- 1a. Burns C. D., The First Europe, London, 1947.
2. Crombie A. C., From Augustine to Galileo, London, 1952.
3. Mieli A., La Science Arabe, Leiden, 1939.
4. Needham J., Science and Civilization in China, vol. I, Cambridge, 1954.
5. Pirenne H., Economic and Social History of Medieval Europe, London, 1949.
6. Sarton G., Introduction to the History of Science, vols. 2 and 3, Baltimore, 1931, 1947.
7. Arnold T. W., sir, Guillaume A. (eds.), The Legacy of Islam, Oxford, 1931.
8. Artz F. B., The Mind of the Middle Ages, New York, 1953.
9. Asin Palacios M., Islam and the Divine Comedy, London, 1926.
10. Bacon R., Essays on Roger Bacon, ed. A. G. Little, Oxford, 1914.
11. Bacon R., Opus Majus, tr. R. B. Burke, 2 vols., Philadelphia, 1928.
12. Baynes N. H., Moss, St L. B. (eds.), Byzantium, Oxford, 1948.
13. Boëthius, The Consolation of Philosophy, tr. H. R. James, London, 1897.
14. Carter T. F., The Invention of Printing in China and its Spread Westward, New York, 1931.
15. Chaucer G., A Treatise on the Astrolabe, «Early English Text Society», Extra Series 16, London, 1872.
16. Grombie A. C., Robert Grosseteste, Oxford, 1953.
17. Easton S. C., Roger Bacon, London, 1952.
18. Garreau A., Saint Albert le Grand, Paris, 1932.
19. Gauthier L., Ibn Rochd (Averroës), Paris, 1948.
20. Gibbs M., Feudal Order, London, 1949.
21. Gilfillan S. C., Inventing the Ship, Chicago, 1935.
- 21a. Греков Б. Д., Культура Киевской Руси, М., 1947.

216. Gunther R. W. T., *Early Science in Oxford*, 14 vols., Oxford, 1923—1945.
22. Haskins G. H., *Studies in the History of Medieval Science*, Cambridge, Mass., 1927.
23. Hitti P. K., *A History of the Arabs*, 4th edn., London, 1949.
24. Ibn Khaldun, *Selections from the Prolegomena of Ibn Khaldun of Tunis (1332—1406)*, tr. and arr. C. Issawi, London, 1950.
25. Iyubh (Job) of Ehesa, *Book of Treasures*, tr. A. Mingana, Cambridge, 1935.
26. Needham J., *Chinese Science*, London, 1950.
27. O'Leary L., *de, How Greek Science Passed to the Arabs*, London, 1948.
28. Peers E. A., *Fool of Love: the life of Ramon Lull*, London, 1946.
29. Peregrinus P., *Epistola de Magnete*, «Proc. Brit. Acad.», vol. 2 (1905—1906)
30. Pirenne H., *Histoire Economique de l'Occident Medieval*, Bruges, 1951.
31. Pirenne H., *Medieval Cities*, Princeton, 1925.
32. Pirenne H., *Mohammed and Charlemagne*, tr. B. Miall, London, 1940.
- 32a. Power E. E., *The Wool Trade in English Medieval History*, London, 1941.
326. Price D. J., *The Equatorie of the Planetis*, «Bull. Brit. Soc. Hist. Sci.», vol. 1 (1953).
33. Rashdall H., *The Universities of Europe in the Middle Ages*, 3 vols., Oxford, 1936.
34. Read J., *Prelude to Chemistry*, London, 1936.
35. Renan J. E., *Averroës et l'Averroïsme*, Paris, 1866.
36. Robertson A., *The Origins of Christianity*, London, 1953 (см. А. Робертсон, Происхождение христианства, перевод с английского под ред. С. И. Ковалева, ИЛ, М., 1956).
37. Robertson J. D., *The Evolution of Clockwork*, London, 1931.
38. Singer C., *The Earliest Chemical Industry*, London, 1948.
39. Stenton D. M., *English Society in the Early Middle Ages*, Harmondsworth, 1951.
40. Taylor F. S., *The Alchemists, Founders of Modern Chemistry*, New York, 1949.
41. Thomas Aquinas St., *Summa Theologica*, London, 1913—1942.
42. Waite A. E., *Three Famous Alchemists*, London, 1939.
43. Walbank F. W., *The Decline of the Roman Empire in the West*, London, 1946.

Часть IV

Глава 7

1. Clark G. N., *Science and Social Welfare in the Age of Newton*, Oxford, 1937
2. Clark G. N., *The Seventeenth Century*, Oxford, 1929.
3. Dobb M., *Studies in the Development of Capitalism*, London, 1946.
4. Hadyn H., *The Counter-Renaissance*, New York, 1950.
5. Harvey W., *The Anatomical Exercises of William Harvey: De Moto Cordis 1628. De Circulatione Sanguinis 1649*, London, 1949.
6. Lyons H., *the Royal Society 1660—1940*, Cambridge, 1944.
7. Nef J. U., *The Genesis of Industrialism and of Modern Science (1560—1640)*, «Essays in Honour of Conyers Read», ed. N. Downs, Chicago, 1953.
8. Ornstein M., *The Role of Scientific Societies in the Seventeenth Century*, Chicago, 1938.
9. Pledge H. T., *Science Since 1500*, London, 1940.
10. Smith P., *A History of Modern Culture*, 2 vols., London, 1930, 1940.
11. Weld C. R., *A History of the Royal Society*, 2 vols., London, 1848.
12. Willey B., *The Seventeenth Century Background*, London, 1934.
13. Wolf A., *A History of Science, Technology and Philosophy in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*, 2nd edn., London, 1950.
14. Agricola G., *De Re Metallica*, tr. H. C. and L. H. Hoover, London, 1912.
15. Alberti L. B., *Trattato della Pittura*, Milan, 1804.
16. Andrade E. N., *Da C.*, Isaac Newton, London, 1950.
17. Antal F., *Florentine Painting and its Social Background*, London, 1947.
18. Armitage A., *Copernicus the Founder of Modern Astronomy*, London, 1938.
19. Bacon F., *The Works of Francis Bacon*, eds. J. Spedding, R. L. Ellis, and D. D. Heath, 14 vols., London, 1857—1874 (см. Ф. Бэкон, Собрание сочинений, ч. 1—2, СПб, 1874; Новый органон, М., 1938; О принципах и началах, М., 1937; Новая Атлантида, М.—Л., 1923).
20. Bell A. E., *Christian Huygens and the Development of Science in the Seventeenth Century*, London, 1947.
21. Belon P., *L'Histoire de la Nature des Oyseaux*, 7 vols., Paris, 1553.
22. Bernal J. D., *Leonardo da Vinci*, «Labour Monthly», vol. 34 (1952).
23. Bourne W., *A Regiment for the Sea*, London, 1592.
24. Boyle, Hon. R., *The Works of the Honourable Robert Boyle*, London, 1744.

25. Brown H., Scientific Organizations in Seventeenth-Century France (1620—1680), Baltimore, 1934.
26. Bullen A. H., Elizabethans, London, 1924.
27. Burckhardt J., The Civilization of the Renaissance in Italy, London, 1944.
28. Burt E. A., The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science, London, 1925.
29. Bush J. N. D., Science and English Poetry, Oxford, 1950.
- 29a. Chambers R. W., Thomas More, London, 1935.
30. Crew H., The Rise of Modern Physics, Baltimore, 1928.
31. Descartes R., Discours on Method (Everyman), London, 1940 (см. Р. Декарт, Избранные произведения, М., 1950).
32. Descartes R., Geometria, Leyden, 1649 (см. Р. Декарт, Геометрия, М.—Л., 1938).
33. Dibner B., Leonardo da Vinci, New York, 1946.
34. Dugas R., Histoire de la Mécanique, Neuchâtel, 1950.
35. Ernouf A. A., Denis Papin, Paris, 1874.
36. Fahie J. J., Galileo: His Life and Works, London, 1903.
37. Farrington B., Francis Bacon, Philosopher of Industrial Science, London, 1951.
38. Feldhaus F. M., Leonardo: der Techniker und Erfinder, Jena, 1913.
39. Foster M., sir, Lectures in the History of Physiology during the Sixteenth, Seventeenth and Eighteenth Centuries, Cambridge, 1901.
40. Galilei G., Dialogues Concerning Two New Sciences, tr. H. Grew and A. de Salvio, New York, 1914.
41. Galilei G., «The Sidereal Messenger», extracts in «The Autobiography of Science», eds. F. R. Moulton and J. J. Schifferes, New York, 1946.
42. Galilei G., The System of the World, tr. T. Salusbury, London, 1661.
43. Gassendi P., Opera Omnia, 6 vols., Lyons, 1658.
44. Gesner C., Historiae Animalium, 4 vols., Zürich, 1551—1558.
45. Gilbert W., De Magnete, ed. S. P. Thompson, London, 1901.
46. Ginsberg M., The Idea of Progress, London, 1953.
47. Glanvill J., Plus Ultra, London, 1668.
48. Gresham College, An Account of Rise, etc., of Gresham College, London, 1707.
49. Hakluyt Society, Select Documents Illustrating the Four Voyages of Columbus, ed. C. Jane, Series II, vol. 65, London, 1930.
50. Hall A. R., Ballistics in the Seventeenth Century, London, 1952.
51. Harvey G., Letter-Book of Gabriel Harvey, ed. E. J. L. Scott, London, 1884 (см. В. Гарвей, Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных, М.—Л., 1927).
52. Hill C., Dell E., The Good Old Cause. The English Revolution of 1640—1660, London, 1949.
53. Hill J., Review of the Work of the Royal Society of London, 1760.
54. Hobbes T., Leviathan, ed. M. Oakshott, Oxford, 1946 (Гоббс Т., Левиафан, или материя, форма и власть в государстве, М., 1936).
55. Hooke R., The Diary of Robert Hooke, eds. H. W. Robinson and W. Adams, London, 1935.
56. Hooke R., Micrographia, London, 1665.
57. Huygens C., Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens, 22 vols., The Hague, 1888—1950 (Гюйгенс Х., Три трактата о механике, М.—Л., 1951; Трактат о свете, М.—Л., 1935; О найденной величине круга [«О квадратуре круга», изд. 3. М.—Л., 1936]).
58. Johnson F. R., Astronomical Thought in Renaissance England, Baltimore, 1937.
59. Johnson F. R., Gresham College, Journal of the History of Ideas», vol. I (1940).
60. Johnson S., Lives of the English Poets, 2 vols., London, 1906.
61. Jones R. F., The Seventeenth Century, Stanford, California, 1951.
62. Jones R. F., The Triumph of English Language, London, 1953.
63. Kepler J., Opera Omnia, ed. C. Frisch, Frankfort, 1858—1871 (Кеплер И., Новая стереометрия винных бочек, М.—Л., 1935).
64. Koyre A., Etudes Galiliennes, Paris, 1939.
65. Lovejoy A., The Great Chain of Being, Cambridge, Mass., 1936.
66. Maccurdy E., The Mind of Leonardo da Vinci, London, 1932.
67. Masson F., Robert Boyle. A Biography, London, 1914.
68. Mayo J., Medico-Physical Works, Oxford, 1926.
69. Mersenne M., Correspondance du M. Mersenne, ed. C. de Waard, 3 vols., Paris, 1945—1946.
70. Merton R. K., Science, Technology, and Society in the Seventeenth Century, Bruges, 1938.
71. Milton J., Areopagitica, ed. J. W. Hales, London, 1949.
72. Needham J. (ed.), The Teacher of Nations. Comenius, Cambridge, 1942.
73. Nef J. U., The Rise of the British Coal Industry, 2 vols., London, 1932.

74. Newton I., The Mathematical Principles of Natural Philosophy (Motte's translation revised by F. Cajori), Berkeley, California, 1947 (см. перевод в книге Крылов А. Н., Собрание трудов, т. 7, М.—Л., 1936).
75. Newton I., Opticks, London, 1704 (Ньютон И., Оптика или трактат об отражении, преломлениях, изгибаниях и цветах света, с примечаниями С. И. Вавилова, М.—Л., 1946).
76. Nicolson M. H., The Breaking of the Circle, Evanston, Illinois, 1950.
77. Norman R., The New Attractive, London, 1581.
78. Olschki L., Genius of Italy, London, 1950.
79. Patterson L. D., Hooke's Gravitation Theory and its Influence on Newton, Parts I and II, «Isis», vols. 40, 41 (1949, 1950).
80. Pelisson-Fontanier P., The History of the French Academy, tr. H. S., London, 1657.
81. Polvani G., L'Invention de la Pile, «Revue d'Histoire des Sciences», vol. 2 (1949).
82. Rabelais F., Works, Navarre Society, London, 1948.
83. Rey J., The Essays of Jean Rey, ed. D. McKie, London, 1951.
84. «Royal Astronomical Society», Nicolaus Copernicus, De Revolutionibus, Preface and Book I (tr. Dobson J. P., assisted by S. Brodetsky), «Occasional Notes», No. 10 (May, 1947).
85. «Royal Society», Newton Tercentenary Celebrations, Cambridge, 1947.
86. «Science at the Cross Roads», Papers presented to the International Congress of the History of Science and Technology, by delegates of the USSR, London, 1931.
87. Sherrington C. S., sir, The Endeavours of Jean Fernel, Cambridge, 1946.
88. Sherrington C. S. sir, Man on His Nature, Cambridge, 1940.
89. Sigerist H. E., Four Treatises of Theophrastus von Hohenheim called Paracelsus, Baltimore, 1941.
90. Singer D. W., Giordano Bruno, His Life and Thoughts, London, 1950.
91. Smith C., Gnudi M. T., The Pirotechnia of Vanoccio Biringuccio, New York, 1941.
92. Spinoza B., de, Tractatus Theologico-politicis, tr. R. H. M. Elwes, London, 1895 (Спиноза Б., Богословско-политический трактат, перев. М. Лопаткина, М., 1935).
93. Sprat T., The History of the Royal Society of London, London, 1667.
94. Stilman J. M., Theophrastus Bombastus von Hohenheim called Paracelsus, Chicago, 1920.
95. Stimson D., Scientists and Amateurs. A History of the Royal Society, London, 1949.
96. Straker E., Wealden Iron, London, 1931.
97. Sturtevant S., Metallica (1612), Supplement to the Series of Letters Patent, etc. (1617—1852), vol. I, London, 1858.
98. Syfret R. H., The Origins of the Royal Society, Notes and Records of the Royal Society of London, vol. 5 (1948).
99. Tawney R. H., Religion and the Rise of Capitalism, London, 1927.
100. Taylor E. G. R., Late Tudor and Early Stuart Geography, 1583—1650, London, 1934.
101. Taylor E. G. R., Tudor Geography 1485—1583, London, 1930.
102. Taylor F. S., Galileo and the Freedom of Thought, London, 1938.
103. Tillyard E. M. W., The Elizabethan World Picture, London, 1943.
104. Turnbull G. H., Hartlib, Drury and Comenius, Liverpool, 1847.
105. Turner D. M., Makers of Science, Electricity and Magnetism, Oxford, 1926.
106. Unwin G., Industrial Organization in the Sixteenth and Seventeenth Centuries, Oxford, 1904.
107. Van Deusen N. C., Telesio, the First of the Moderns, New York, 1932.
108. Вавилов С. И., Исаак Ньютон, М., 1945.
109. Vesalius A., De Humani Corporis Fabrica, Basel, 1543.
110. Vespucci A., Letters of A. Vespucci, ed. C. R. Markham, 1894.
111. Vico G. B., The New Science of Giambattista Vico, tr. T. G. Bergin and M. H. Fisch, New York, 1948.
112. Vico G. B., The Autobiography of Giambattista Vico, tr. T. G. Bergin and M. H. Fisch, New York, 1944.
113. Vinci, Leonardo Da, The Notebooks of Leonardo da Vinci, ed. E. McCurdy, 2 vols., London, 1938.
114. Vinci, Leonardo Da, Paragone, London, 1949 (см. Леонардо да Винчи, Избранные произведения в двух томах, М.—Л., 1935).
115. Vives J. L., On Education, tr. F. Watson, Cambridge, 1913.
116. Ward J., The Lives of the Professors of Gresham College, London, 1740.
117. Whittaker E. T., A History of the Theories of the Ether and Electricity, vol. I, London, 1951.
118. Wright L. B., Middle-Class Culture in Elizabethan England, Oxford, 1935.

Часть V

Главы 8 и 9

1. Ashton T. S., Sykes J., The Coal Industry of the Eighteenth Century, Manchester, 1929.
2. Ashton T. S., Iron and Steel in the Industrial Revolution, Manchester, 1924.
3. Bernal J. D., Science and Industry in the Nineteenth Century, London, 1953.
4. Clow A. and N., The Chemical Revolution, London, 1952.
5. Crowther J. G., British Scientists of the Nineteenth Century, London, 1935.
6. Crowther J. G., Famous American Men of Science, London, 1937.
7. Dickinson H. W., A Short History of the Steam Engine, Cambridge, 1939.
8. Mantoux P., The Industrial Revolution in the Eighteenth Century, London, 1931.
9. Willey B., The Eighteenth Century Background, London, 1940.
10. Wolf A., A History of Science, Technology, and Philosophy in the Eighteenth Century, 2nd edn., London, 1952.
11. Академия наук СССР, 220 лет Академии наук СССР, М., 1945.
12. Appert C., L'Art de Conserver Pendant Plusieurs Années Toutes les Substances Animales et Végétales, Paris, 1810.
- 12a. Armytage W. H. G., The Royal Society and the Apothecaries 1660—1722, «Notes and Records of the Royal Society», vol. II (1954), p. 33.
13. Babbage C., Passage from the Life of a Philosopher, London, 1864.
14. Babbage C., Reflections on the Decline of Science in England, London, 1830.
- 14a. Baines E., sir., History of the Cotton Manufacture in Great Britain, London, 1835.
15. Beer G. R. de, Sir Hans Sloane and the British Museum, London, 1953.
- 15a. Burns C. D., A Short History of Birkbeck College, London, 1924.
16. Carnot S., Sur la Puissance Motrice du Feu, Paris, 1824.
17. Carswell J., The Prospector, London, 1950.
- 17a. Chevalier J., Le Creusot, Paris, 1946.
18. Крамп W., Michael Faraday and Some of His Contemporaries, London, 1931.
19. Данилевский В. В., Русская техника, М., 1948.
20. Darwin C. R., The Effects of Cross and Self Fertilization in the Vegetable Kingdom, London, 1876.
21. Darwin C. R., The Expression of the Emotions in Man and Animals, London, 1872.
22. Darwin C. R., The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms, London, 1881.
23. Darwin C. R., A Naturalist's Voyage, London, 1860.
24. Darwin C. R., The Origin of Species, London, 1895 (см. Ч. Дарвин, Иллюстрированное собрание сочинений под ред. К. А. Тимирязева, т. 1—8, М., 1907—1909 и другие переводы).
25. Dickens C., Hard Times, London, 1854.
26. Dickinson H. W., James Watt, Cambridge, 1936.
27. Dickinson H. W., Matthew Boulton, Cambridge, 1937.
28. Dickinson H. W., Titley A., Richard Trevithick, Cambridge, 1934.
29. Dubos R. J. W., Louis Pasteur, London, 1951.
30. Engels F., The Condition of the Working Class in England in 1844, London, 1892 (см. К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 2, стр. 231—517).
31. Faraday M., Experimental Researches in Electricity, 3 vols., London, 1855.
32. Faraday M., Faraday's Diary, ed. T. Martin, 8 vols., London, 1932—1936.
33. Galton F., sir, Hereditary Genius, London, 1869.
34. Geddes P., Cities in Evolution, London, 1915.
35. Gillispie C. C., Genesis and Geology, Harvard, 1951.
36. Hadfield R. A., sir, Faraday and His Metallurgical Researches, London, 1931.
37. Hammond J. L. and B., The Town Labourer, 1760—1832, London, 1917.
38. Hammond J. L. and B., The Village Labourer, 1760—1832, London, 1912.
39. Hartog P., sir, Joseph Priestley and his Place in the History of Science, Proceedings of the Royal Institution of Great Britain, April, 1931.
40. Hobson J. A., The Evolution of Modern Capitalism, London, 1930.
41. Howarth O. J. R., The British Association for the Advancement of Science (1831—1931), London, 1931.
42. Howarth O. J. R. (ed.), London and the Advancement of Science, London, 1931.
- 42a. Huxley T. H., Science and Education, London, 1925.
43. Jackson B. D., Linnaeus, London, 1923.
44. Kent A. (ed.), An Eighteenth Century Lectureship in Chemistry, Glasgow, 1950.
45. Knowles L. C. A., The Industrial and Commercial Revolution in Great Britain During the Nineteenth Century, London, 1941.
46. Lagrange J. L., Mécanique Analytique, Paris, 1788.
47. Large E. C., The Advance of The Fungi, London, 1940.

48. Lavoisier A. L., Oeuvres, 6 vols, Paris, 1864—93 (Лавуазье А. Л., Мемуары... Избранные места, Л., 1931; см. также «Успехи химии», 1943, вып. 5).
49. Lyell C., Principles of Geology, 3 vols., 1830—33. (Лайель Ч., Основные начала геологии или новейшие изменения Земли и ее обитателей; Руководство к геологии, или древние изменения Земли и ее обитателей по свидетельству геологических памятников, т. 1—2, Спб., 1866—1878).
50. Mach E., The Science of Mechanics, 5th edn., London, 1942 (Мах Э., Механика, Спб., 1909).
51. Mckendrick J. G., Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz, London, 1899.
52. McKie D., Antoine Lavoisier, London, 1952.
53. McKie D., Haathcote H. N. de V., The Discovery of the Specific and Latent Heats, London, 1935.
54. Malthus T. R., An Essay on the Principle of Population, 6th edn., London, 1826.
- 54a. Martin K., French Liberal Thought in the Eighteenth Century, London, 1954.
55. Martin T., Faraday's Discovery of Electro-Magnetic Induction, London, 1949.
56. Marx K., Capital, vol. I, London, 1946; vol. II, Chicago, 1885; vol. III, Chicago, 1909 (Маркс К., Капитал, т. 1—3, Госполитиздат).
57. Marx K., Selected Works, vol. I, London, 1942 (Маркс К., Соч., т. 4).
- 57a. Marx K., Selected Works, vol. II, London, 1942 (К. Маркс и Ф. Энгельс, Избранные произведения, т. I).
- 57b. Maxwell C. (ed.), The Scientific Papers of the Hon. H. Cavendish, 2 vols., Cambridge, 1921 (Максвелл Д. К., Избранные сочинения по теории электромагнитного поля, М., 1952).
58. Meikleham R. S., Descriptive History of the Steam Engine, London, 1824.
59. Menshutkin B. N., Russia's Lomonosov, Oxford, 1952.
- 59a. Meyer R. W., Leibnitz and the Seventeenth-Century Revolution, Cambridge, 1952.
60. Morin J. B., Astrologia Galica. The Hague, 1661.
61. Mouret G., Sadi Carnot et la Science de l'Energie, Paris, 1892.
62. Murray R. H., Science and Scientists in the Nineteenth Century, London, 1925.
63. Nasmyth J., Autobiography, London, 1883.
64. Polhammer C., Patriotic Testament, London, 1761.
65. Priestley J., Experiments and Observations of Different Kinds of Air, 3 vols., London, 1775—1777.
66. Priestley J., The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light and Colours, London, 1772.
67. Priestley J., The History and Present State of Electricity, London, 1775.
68. Priestley J., Memoirs, London, 1806. (По Пристли, см. Дж. Пристли, Избранные сочинения, М., 1934.)
69. Ramsay W., sir, The Life and Letters of Joseph Black, London, 1918.
70. Reynolds O., Memoir of James Prescott Joule, Manchester, 1892.
71. Ricardo D., Principles of Political Economy and Taxation, London, 1924 (Рикардо Д., Соч., т. 3).
72. Rines D. D. (ed.), The Diary and Sundry Observations of Thomas Alva Edison, New York, 1948.
73. Saluces M. de Lur, Lomonossov, Paris, 1933.
74. Savery T., The Miners' Friend (1702), Supplement to the Series of Letters Patent, etc. (1617—1852), vol. I, London, 1858.
75. Scott S. H., sir, The Exemplary Mr. Day, London, 1935.
76. Seguin M., De L'Influence des Chemins de Fers, etc., Paris, 1839.
77. Sherrington C. S., sir, The Integrative Action of the Nervous System, Cambridge, 1947.
- 77a. Simon J., English Sanitary Institutions, London, 1890.
78. Smiles S., Industrial Biography, London, 1908.
79. Smiles S., Lives of the Engineers, 5 vols., London, 1904.
80. Smiles S., Self Help, London, 1950.
81. Smith A., An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations, 2nd edn., Edinburgh, 1846.
82. Société Française de Minéralogie, René-Just Haüy, Paris, 1945.
83. Swan K. R., sir, Sir Joseph Swan, London, 1946.
84. Taton R., The French Revolution and the Progress of Science, Centaurus, vol. 3 (1953).
85. Thomas R. H., Liberalism, Nationalism and the German Intellectuals 1822—1847, Cambridge, 1952.
86. Thompson S. P., The Life of William Thomson, 2 vols., London, 1910.
87. Thompson L. G., Sidney Gilchrist Thomas, London, 1940.
88. Thomson W., sir, Mathematical and Physical Papers, vol. 5, Cambridge, 1911.
89. Thorpe T. E., sir, Joseph Priestley, London, 1906.
90. Thurston R. H., A History of the Growth of the Steam Engine, New York, 1939.
- 90a. Tillyard A. L., A History of University Reform, Cambridge, 1913.
91. Toynbee A., Lectures on the Industrial Revolution in England, London, 1884.

92. Ure A., The Philosophy of Manufactures, London, 1835.
93. Valléry-Radot R., The Life of Pasteur, London, 1920.
94. Woodward E. L., The Age of Reform 1815—1870, Oxford, 1938.
95. Woolf L. S., After the Deluge, 3 vols, London, 1931—1953.

Часть VI

Главы 10, 11, 12 и 13

ВВЕДЕНИЕ

1. Allen J. S., Atomic Imperialism, New York, 1952.
- 1a. Appleton E., sir, Science for its Own Sake, The Advancement of Science, vol. 10 (1953).
2. Armitage A., A Century of Astronomy, London, 1950.
3. Ayer A. J., The Foundations of Empirical Knowledge, London, 1947.
4. Ayer A. J., Language, Truth and Logic, 2nd edn., London, 1947.
5. Barber B., Science and the Social Order, London, 1953.
6. Bauer E., L'Électromagnétisme Hier et Aujourd'hui, Paris, 1949.
7. Bernal J. D., The Answer to the Hydrogen Bomb, Labour Monthly, vol. 35 (1953).
8. Bernal J. D., Marx and Science, London, 1952.
9. Bernal J. D., Science in the Service of Society, Marxist Quarterly, vol. I (1954).
10. Bernal J. D., Cornforth M., Science for Peace and Socialism, London, 1949.
(По Берналу, см. Дж. Д. Бернал, Наука и общество, ИЛ, М., 1953.)
11. Bichowsky F. R., Industrial Research, New York, 1942.
12. Bjerknes J., Investigations of Selected European Cyclones by Means of Serial Ascents, Oslo, 1935.
13. Blackett P. M. S., Military and Political Consequences of Atomic Energy, London, 1948.
14. Bondi H., Cosmology, Cambridge, 1952.
15. Born M., The Natural Philosophy of Cause and Change, Oxford, 1949.
16. Bridgman P. W., The Logic of Modern Physics, New York, 1927.
17. Broglie L., de, The Revolution in Physics, New York, 1953.
18. Broglie L., de, Savants et Découvertes, Paris, 1951.
19. Brunschwig L., L'Experience Humaine et la Causalité Physique, Paris, 1922.
20. Burhop E. H. S., The Challenge of Atomic Energy, London, 1951.
21. Bush v., Modern Arms and Free Men, London, 1950.
22. Caudwell C., The Crisis in Physics, London, 1939.
23. Cornforth M., In Defence of Philosophy, London, 1950 (Корнфорт М., В защиту философии. Против позитивизма и прагматизма, ИЛ, М., 1951).
24. Cornforth M., Science Versus Idealism, London, 1946 (Корнфорт М., Наука против идеализма, М., 1947).
25. Crowther J. G., Science in Liberated Europe, London, 1949.
26. Crowther J. G., R. Whiddington, Science at War, HMSO, London, 1947.
27. Cushman R. E., The Repercussions of Foreign Affairs on the American Tradition of Civil Liberty, Amer. Phil. Soc. Proc., vol. 92 (1948).
28. Darwin G. G., The Next Million Years, London, 1952.
29. Davy M. J. B., Interpretative History of Flight, HMSO, London, 1946.
30. Dembowsky J., Science in New Poland, London, 1952.
31. Dingle H. (ed.), A Century of Science, London, 1951.
32. Dunsheath P., A Century of Technology, London, 1951.
33. Einstein A., Infeld L., The Evolution of Physics, Cambridge, 1938 (Эйнштейн и Инфельд, Эволюция в физике, М., 1947).
34. Evans I. B. N., Rutherford of Nelson, Harmondsworth, 1939.
35. Federation of British Industries, Research and Development in British Industry, London, 1952.
36. Federation of British Industries, Scientific and Technical Research in British Industry, London, 1947.
37. Findley A., A Hundred Years of Chemistry, 2nd edn., London, 1948.
38. Fleming J. A., sir, Fifty Years of Electricity, London, 1921.
39. Fleming J. A., sir, The Thermionic Valve, 2nd edn., London, 1924.
40. Ford N., My Life and Work, New York, 1926.
41. Freedman P., The Principles of Scientific Research, London, 1949.
42. Gellhorn W., Security Loyalty and Science, Ithaca, New York, 1950.
43. Giedion S., Mechanization Takes Command, Oxford, 1948.
44. Coodeve C., sir, Using Science to Reach Decisions; The Manager (May, 1953).

45. Goudsmit S. A., *ALSOS. The Failure in German Science*, London, 1947.
46. Heath A. E. (ed.), *Scientific Thought in the Twentieth Century*, London, 1951.
47. Hersey J., *Hiroshima*, Harmondsworth, 1946.
48. HMSO, *Government Scientific Organization in the Civilian Field*, London, 1954.
49. HMSO, *Statistical Summary of Mineral Industry*, Colonial Geological Surveys, Mineral Resources Division, London, 1954.
50. Hoyle F., *The Nature of the Universe*, Oxford, 1950.
51. Jay K. E. B., *Britain's Atomic Factories*, HMSO, London, 1954.
52. Moberley, Sir W., *The Crisis in the University*, London, 1954.
53. Monod J., Letter to the Editor, «*Bulletin of the Atomic Scientists*», vol. 9 (1953), Chicago.
- 53a. Morse P. M., Kimball G. E., *Methods of Operations Research*, London, 1951.
54. Needham J., Davies J. S. (eds.), *Science in Soviet Russia*, London, 1942.
- 54a. Needham J., Pagel W. (eds.), *Background to Modern Science*, Cambridge, 1938.
55. Nesmeyanov A. N., *The Tasks of the USSR Academy of Sciences in Relation to the Fifth Five-Year Plan*, «*Bulletin of the Science Section: Society for Cultural Relations with the USSR*», October, 1953.
56. Ord L. C., *Secrets of Industry*, London, 1945.
57. Pissarzhewsky O., *New Paths of Soviet Science (Soviet News)*, London, 1954.
58. Powell C. F., Occhialini G. P. S., *Nuclear Physics in Photographs*, Oxford, 1947.
- 58a. Rayleigh, Lord, *The Life of Sir J. J. Thomson*, Cambridge, 1942.
59. Read J., *Humour and Humanism in Chemistry*, London, 1947.
60. *Science for Peace, «Napalm»* (pamphlet), London, 1952.
61. Simon F. E., *The Neglect of Science*, London, 1951.
62. Stewart G. R., *The Year of the Oath*, New York, 1950.
63. Szilard L. and others, *The Facts about the Hydrogen Bomb*, «*Bulletin of the Atomic Scientists*», vol. 6 (1950).
64. Urey H. C., *The Planets*, London, 1952.
65. Вавилов С. И., Тридцать лет советской науки. (См. «Академия наук СССР. Юбилейный сборник, посвященный тридцатилетию Великой Октябрьской социалистической революции», ч. 1, М.—Л., 1947.)
66. Walter W. G., *The Living Brain*, London, 1953.
67. Whitehead A. N., *The Concept of Nature*, Cambridge, 1926.
68. Whittaker E. T., *A History of the Theories of the Ether and Electricity*, vol. 2, London, 1951.
69. Whittle F., *Jet*, London, 1953.
70. Wiener N., *Cybernetics*, London, 1948.
71. Wiener N., *The Human Use of Human Beings*, London, 1951.
72. Wilson W., *A Hundred Years of Physics*, London, 1950.
73. Асратьян Е. А., И. П. Павлов, М., 1953.
- 73a. Avery O. T., *Studies in the chemical nature of the substance inducing transformation of pneumococcal types*, «*Jour. Exptl. Med.*», 83, 1946.
74. Baldwin E., *Dynamic Aspects of Biochemistry*, Cambridge, 1947.
75. Banga I., Balo J., *Elastin and Elastase*, «*Nature*», vol. 171 (1953).
76. Bernal J. D., *The Abdication of Science*, «*Modern Quarterly*», vol. 8 (1952).
77. Bernal J. D., *The Physical Basis of Life*, London, 1951.
78. Bernal J. D., *A Speculation on Muscle*, ed. J. Needham, «*Perspectives in Biochemistry*», Cambridge, 1937.
79. Bernal J. D., *Structural Units in Cellular Physiology*, «*The Cell and Protoplasm*», ed. F. R. Moulton, Washington, 1940.
80. Bernal J. D., Carlisle C. H., *Unit Cell Measurements of Wet and Dry Crystalline Turnip Yellow Mosaic Virus*, «*Nature*», vol. 162 (1948).
81. Bernal J. D., Fankuchen I., *X-ray and Crystallographic Studies of Plant Virus Preparations*, «*Journal of General Physiology*», vol. 25 (1941).
82. Brittain R., *Let There Be Bread*, London, 1953.
83. Calder R., *Men Against Desert*, London, 1951.
84. Clark F., Le Gros and Pirie N. W. (eds.), *4000 Million Mouths*, London, 1951.
- 84a. Clarke H. T. (ed.), *The Chemistry of Penicillin*, Princeton, 1949.
85. Clews J., *The Communists' New Weapon—Germ Warfare*, London, 1953.
86. Darlington C. D., *The Facts of Life*, London, 1953.
87. Dawes B., *A Hundred Years of Biology*, London, 1952.
88. De Castro J., *The Geography of Hunger*, London, 1952 (Де Кастро, География голода, ИЛ, М., 1954).
89. Dudley S. F., *Our National Ill Health Service*, London, 1953.
- 89a. Dutt R. P., *The Crisis of Britain and the British Empire*, London, 1953.

90. FAO, United Nations, Yearbook of Food and Agricultural Statistics, New York, 1949.
91. Фиш Г., Народная академия, М., 1949.
92. Fyfe J. L., Lysenko Is Right, London, 1950.
93. Green D. E. (ed.), Currents in Biochemical Research, New York, 1946.
- 93a. Haldane J. B. S., Enzymes, London, 1930.
94. Haldane J. B. S., The Origin of Life, «Rationalist Annual», 1929.
95. Haldane J. B. S., On Being One's Own Rabbit, «Possible Worlds», London, 1927.
96. Hopkins F. G., Analyst and the Medical Man, «Analyst», vol. 31 (1906).
97. Huxley J., Soviet Genetics and World Science, London, 1949.
98. Kilkeny B. C., Hinshelwood, Sir C., Adaptation and Mendelian Segregation in the Utilization of Galactose by Yeast, «Proc. Roy. Soc.», vol. 139 (1951).
99. Lea D. E., Actions of Radiations on Living Cells, Cambridge, 1946.
- 99a. Leff S., The Health of the People, London, 1950.
100. Lwoff A., L'Evolution Physiologique, Paris, 1943.
101. McGonigle G. C. M., Kirby J., Poverty and Public Health, London, 1936.
102. Madison K. M., The Organism and its Origin, «Evolution», vol. 7 (1953).
103. Mahalanobis P. C., National Income, Investment, and National Development (Summary of a lecture delivered at the National Institute of Science of India, at New Delhi, October 4, 1952).
104. Man Conquers Nature (SCR pamphlet), London, 1952.
105. Мичурин И. В., Собрание сочинений.
106. Miller S. L., A Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions, «Science», vol. 117 (1953).
107. Morton A. G., Soviet Genetics, London, 1951.
108. Needham J., Biochemistry and Morphogenesis, Cambridge, 1942.
109. Needham J., Chemical Embryology, 3 vols., Cambridge, 1931.
110. Needham J., A History of Embryology, Cambridge, 1934.
111. New Biology, No. 11, Harmondsworth, Cambridge, 1934.
112. New Biology, No. 12, Harmondsworth, 1952.
113. New Biology, No. 16, Harmondsworth, 1954.
114. Опарин А. Л., The Origin of Life, New York, 1938 (Опарин А. И., Возникновение жизни на Земле, изд. 2, М., 1941).
115. Pirie N. W., The Efficient Use of Sunlight for Food Production, «Chemistry and Industry» (1953).
116. Prigogine I., Etude Thermodynamique des Phénomènes Irreversibles, Paris, 1947.
117. Report of the International Scientific Commission, «Investigation of the Facts Concerning Bacterial Warfare in Korea and China, Peking, 1952.
118. Rosebery T., Peace or Pestilence, New York, 1949.
119. Science for Peace, The Export of Anti-Biotics and Sulpha Drugs to China, «Bulletin» No. 9 (1953).
120. О положении в биологической науке, Сельхозгиз, М., 1948.
121. Spruway H., Can Wild Animals be kept in Captivity?, «New Biology», No. 13 (1952).
122. Tinbergen N., Social Behaviour in Animals, London, 1953.
123. Vogt W., The Road to Survival, London, 1949.
124. Allen G. C., British Industries and their Organization, 3rd edn., London, 1951.
- 124a. Alley R., Yo Banfa! Shanghai, 1952.
- 124b. Anglo-American Council on Productivity reports, London, 1949.
125. Bagehot W., The English Constitution, London, 1867.
- 125a. Beard C. A. and M., The Rise of American Civilization, 2 vols., New York, 1927.
126. Beer M., A History of British Socialism, 2 vols., London, 1919.
- 126a. Bernal J. D., Stalin as Scientist, «Modern Quarterly», vol. 8, 1953.
127. Beveridge, Lord, Hansard. House of Lords, May 20, 1953, HMSO, London.
128. Bonnard A., Les Universités et la Paix, «Comprendre», n°2, Venice (1950).
- 128a. Brady R. A., The Spirit and Structure of German Fascism, London, 1937.
- 128b. Burnham J., The Coming Defeat of Communism, London, 1950.
- 128c. Burnham J., The Managerial Revolution, London, 1941.
129. Clark C., The Conditions of Economic Progress, 2nd edn., London, 1951.
130. Coates W. P. and A., Soviets in Central Asia, London, 1951.
- 130a. Cole G. D. H., Is this Socialism? London, 1954.
131. Cole G. D. H., A Short History of the British Working Class Movement 1789—1927, London, 1932.
- 131a. Comte A., The Positive Philosophy of Auguste Comte, New York, 1858.
- 131b. Crossman R. H. S. (ed.), New Fabian Essays, London, 1952.
- 131c. Dent H. C., Education in Transition, London, 1944.
132. Dobb M., Political Economy and Capitalism, 2nd edn., London, 1940.
133. Dobb M., Some Aspects of Economic Development, London, 1951.
- 133a. Dover C., Half-caste, London, 1937.

1336. Drummond H., *Natural Law in the Spiritual World*, London, 1883.
134. Dunham B., *Giant in Chains*, Boston, 1953.
135. Dunham B., *Man Against Myth*, London, 1948.
- 135a. Eaton J., *Marx against Keynes*, London, 1951.
1356. Endicott M. A., *Five Stars over China*, Toronto, 1953.
136. Engels F., *Anti-Dühring*, tr. E. Burns, London, 1934 (Энгельс Ф., *Анти-Дюринг*, Госполитиздат, 1952).
- 136a. Engels F., *Ludwig Feuerbach*, London, 1941 (см. К. Маркс и Ф. Энгельс, *Избранные произведения*, т. II, стр. 339—382).
137. Engels F., *The Origin of the Family, Private Property and the State*, London, 1946 (см. К. Маркс и Ф. Энгельс, *Избранные произведения*, т. II, стр. 174—310).
- 137a. Engels F., *Socialism Utopian and Scientific*, London, 1934 (см. К. Маркс и Ф. Энгельс, *Избранные произведения*, т. II, стр. 83—159).
1376. Fabian Society, «*Fabian Tracts*», Nos. 1—188, 1 vol., London, 1884—1919.
- 137в. Fast H., *Citizen Tom Paine*, London, 1945.
138. Fisher H. A. L., *A History of Europe*, 3 vols., London 1935.
- 138a. Fisher R. A., sir, *The Design of the Experiments*, 2nd edn., Edinburgh, 1937.
139. Frazer J. G., sir, *Folk-Lore in the Old Testament*, 3 vols, London, 1919.
140. Frazer J. G., sir, *The Golden Bough*, abridged edn., London, 1922.
- 140a. Freud S., *Totem and Taboo*, London, 1950 (Фрейд З., *Тотем и табу*, М.—Л., 1923).
1406. Hartung F. E., *The Sociology of Positivism*, «*Science and Society*», vol. 8 (1944).
141. Hearnshaw F. J. C., *A Survey of Socialism*, London, 1928.
- 141a. HMSO, *Statistical Review of England and Wales*, London, 1952.
142. Hobson J. A., *Imperialism*, 3rd edn., London, 1938.
143. Hughes E. R. (tr.), *The Great Learning and the Mean-in-Action*, London, 1942.
144. Hutt A., *This Final Crisis*, London, 1936.
145. Hutton G., *We Too Can Prosper*, London, 1953.
146. James W., *The Moral Equivalent of War*, New York, 1910.
147. Johnson H., *China's New Creative Age*, London, 1953.
- 147a. Kaldor N., Silverman R., *A Statistical Analysis of Advertising Expenditure and the Revenue of the Press*, Cambridge, 1948.
148. Keith A., sir, *Essays on Human Evolution*, London, 1946.
- 148a. Keynes J. M., *The General Theory of Employment, Interest and Money*, London, 1936.
1486. King B., *Russia Goes to School*, London, 1948.
- 148в. Labour Research Department, *Forty Years of the LRD*, London, 1952.
149. Lawrence F., Makarenko, «*Modern Quarterly*», vol. 8 (1953).
- 149a. Ленин В. И., Соч., т. 19, стр. 3.
150. Ленин В. И., Соч., т. 22.
151. Ленин В. И., Соч., т. 14.
152. Ленин В. И., Соч., тт. 8—10 (о революции 1905 года).
153. Ленин В. И., Соч., т. 25.
154. Ленин В. И., Соч., т. 21—22 (о войне и крахе II Интернационала).
155. Lilienthal D. E., T. V. A., Harmondsworth, 1944.
- 155a. Little I. M. D., *The Price of Coal*, Oxford, 1953.
1556. MacKenzie N., *Poverty and Welfare*, «*New Statesman and Nation*», vol. 66 (1954).
- 155в. Макаренко A. S., *The Road to Life*, 3 vols., Moscow, 1951 (см. Макаренко, *Проблема школьного советского воспитания*).
156. Mantop S. M., *The Soviet Union Today*, London, 1952.
157. Мао Цзэ-дун, Соч., т. 1.
158. К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. XIII, ч. 2.
- 158a. К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 1, стр. 414—429.
159. К. Маркс и Ф. Энгельс, *Избранные произведения*, т. II.
- 159a. К. Маркс и Ф. Энгельс, *Избранные письма*, Госполитиздат, 1948.
160. Mayo E., *The Social Problems of an Industrial Civilization*, Boston, 1945.
- 160a. Mehring F., Karl Marx, London, 1936.
1606. Morgan L. H., *Ancient Society*, London, 1877 (Морган Л. Г., *Древнее общество*, Спб, 1900).
- 160в. Morris W., *The Letters of William Morris*, London, 1950.
161. Nef J. U., *War and Human Progress*, London, 1951.
- 161a. Orr J., sir, *Food, Health and Income*, 2nd edn., London, 1937.
162. Paley W. S. (Chairman), *Resources for Freedom*, 5 vols., Washington, 1952.
163. Parsons T., *The Social System*, London, 1952.
164. Parsons T., *The Structure of Social Action*, Chicago, 1949.
165. Pascall R., Karl Marx: His Apprenticeship and Politics (Labour Monthly Pamphlet), London, 1942 (см. К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 3, стр. 4).
166. Pascall R., Karl Marx: Political Foundations (Labour Monthly Pamphlet), London, 1943.

167. Павлов И. П., Полное собрание сочинений, т. III, ч. 2—3.
168. Pease E. R., The History of the Fabian Society, London, 1916.
169. Rousseau J. J., Oeuvres, 22 vols., Paris, 1819—1820 (см. Ж. Ж. Руссо, Собрание соч., т. 1—2, Киев, 1904; Об общественном договоре, М., 1938; О причинах неравенства, Спб, 1907; О влиянии наук на нравы, Спб, 1908 и др. переводы отдельных работ).
- 169a. Reittlinger G. R., Final Solution, London, 1953.
- 169b. Robbins L., An Essay on the Nature and Significance of Economic Science, London, 1932.
- 169v. Russia with Our Own Eyes (British Workers Delegation), London, 1950.
170. Сафонов В., Земля в цвету.
- 170a. Sartre J. P., At Vienna I Saw Peace, «Labour Monthly», vol. 35 (1953).
- 170b. Shaw G. B. (ed.), Fabianism and the Empire, London, 1900.
- 170v. Simon B., Intelligence Testing and the Comprehensive School, London, 1953.
- 170r. The Story of Ruskin College, 1889—1949, Oxford, 1949.
171. Soong, Ching - Ling, The Struggle for New China, Peking, 1952.
- 171a. Spencer H., First Principles, London, 1862.
172. Spengler O., The Decline of the West, 2 vols., London, 1926, 1928.
173. Сталин И. В., Соч., т. 2, стр. 296.
174. Сталин И. В., Марксизм и вопросы языкознания.
175. Сталин И. В., Экономические проблемы социализма в СССР.
176. Stamp L. D., Land for Tomorrow, Indiana, 1952.
- 176a. Stocks M. D., The Workers' Educational Association, London, 1953.
177. Trevelyan G. M., Clio, A Muse, London, 1949.
- 177a. Twain M., Warner C. D., The Gilded Age, London, 1885.
- 177b. Tylor E. B., Anahuac, London, 1861.
178. Veblen T., The Theory of the Leisure Class, New York, 1899.
- 178a. Webb S. and B., Soviet Communism: a New Civilization, 2nd edn., London, 1937.
- 178b. Wells H. G., The New Machiavelli, London, 1911.
179. West A., A Good Man Fallen Among Fabians, London, 1950.
- 179a. Williams F. E., Soviet Russia fights Neurosis, London, 1934.
- 179b. Wilmott C., The Struggle for Europe, London, 1952.
180. Winstanley G., Selections from His Works, ed. L. Hamilton, London, 1944.
181. Wittgenstein L., Tractatus Logico-Philosophicus, London, 1922.
182. Young J. Z., Doubt and Certainty in Science, Oxford, 1951.
183. Жданов А. А., Выступления по вопросам литературы, музыки и философии.
184. Myers C., History of the Great American Fortunes, 3 vols., Chicago, 1909—1910.

Часть VII

Глава 14

1. Association of Scientific Workers, «Science and the Nation», Harmondsworth, 1947.
2. Baker J. R., Science and the Planned State, London, 1945.
3. Baker J. R., The Scientific Life, London, 1943.
4. Bernal J. D., Disarmament (British Peace Committee), London, 1952 (см. Дж. Д. Бернал, Наука и общество, ИЛ, М., 1953, стр. 242).
- 4a. Bernal J. D., The Fourth Point and World Science, «Science and Mankind», vol. 2 (1949).
5. Bush V., Science, The Endless Frontier, Washington, 1945.
6. HMSO, 1954—1955 Civil Estimates. Class IV, London, 1954.
- 6a. HMSO, DSIR Report for the Year 1951—1952, London, Cmd. 8773, 1953.
7. HMSO, Fifth Annual Report of the Advisory Council on Scientific Policy (1951—1952), Cmd. 8561, London, 1952.
8. HMSO, Present and Future Supply and Demand for Persons with Professional Qualifications in Physics; also in Biology, Chemistry, Geology, London, 1949.
9. HMSO, Returns from University, etc., in Receipt of Treasury Grant. Academic Year 1951—1952, Cmd. 8847, London, 1953.
10. HMSO, Royal Commission on the Civil Service (1953). Introductory Factual Memorandum on the Civil Service, London, 1953.
11. HMSO, Science in the USA, 1952, London, 1953.
12. HMSO, Science in the USA, 1953, London, 1954.
13. HMSO, Scientific Man-Power, Cmd. 6824, London, 1946.
14. HMSO, Sixth Annual Report of the Advisory Council on Scientific Policy (1952—1953), Cmd. 8874, London, 1953.
15. HMSO, Working Party Reports: Cotton, London, 1946.
16. HMSO, Working Party Reports: Wool, London, 1947.
17. Manchester Joint Research Council, Industry and Science, Manchester, 1954.

18. Mees C. E. K., Leermakers J. A., The Organization of Industrial Scientific Research 2nd edn., New York, 1950.
19. National Manpower Council, A Policy of Scientific and Professional Manpower, New York, 1953.
20. National Science Foundation, Federal Funds for Science, Washington, 1953.
- 20a. Perlo V., American Imperialism, New York, 1951.
- 20б. Pfeiffer J. E., The Office of Naval Research, «Scientific American», vol.180 (1949).
21. Polanyi M., The Logic of Liberty, London, 1951.
22. История ВКП(б). Краткий курс.
23. Steelman J. R., Science and Public Policy, vol. 4, Washington, 1947.
- 23a. United Nations, Demographic Yearbook, New York, 1950.
24. United Nations, Economic Survey of Asia and the Far East, New York, 1954.
25. United Nations, Review of Economic Conditions in Africa, New York, 1951.
26. United Nations, Measures for the Economic Development of Underdeveloped Countries, New York, 1951.
- 26a. United Nations, World Facts and Figures, New York, 1953.
27. World Federation on Scientific Workers, «Science and Mankind», No. 1, London, 1949.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ*

- Аббасиды—161, 162, 164.
Авиация—см. самолёт.
Автоматический контроль в промышленности—387, 388, 431, 452 и далее.
Автомобиль-амфибия—442.
Автомобильная промышленность—431 и далее.
Аграрная революция—291.
Academia del Cimento—248, 250.
Academia de Lincoi—248.
Академии
— в древнем мире—115, 116, 121, 125 и далее;
— в эпоху Возрождения—248;
— в XVII веке—247 и далее;
— в XVIII и XIX веках—285, 293, 307 и далее;
— в Советском Союзе—678 и далее.
См. также Королевская академия, Королевское общество и т. д.
Академия—115, 116, 121, 247.
Алгебра—76, 164, 194, 243.
Александрия—95, 100, 123, 125, 127, 133, 149, 153, 154, 160;
— Великая библиотека—135;
— Музей—100, 125, 129, 131, 162, 176, 247.
Алфавит—93 и далее.
Алхимия
— происхождение—78, 131;
— китайская—166, 656;
— мусульманская—162, 166;
— в эпоху средневековья—179, 181, 184;
— в эпоху Возрождения—218 и далее;
— и химия—195, 217, 218, 240, 260 и далее, 344 и далее, 657;
— современная—402, 403.
Америка
— война за независимость—293, 431, 550, 552;
— Философское общество—293.
Анархизм—579.
Анатомия—77, 110, 131, 215, 238, 239, 258, 361 и далее, 365, 495—504.
Антибиотики—492.
Антикоммунизм—595, 596, 600.
Антисемитизм—595.
Антропология—564, 565.
Апокалипсис—135, 220.
Арабские цифры—76, 157, 194, 657.
Арабы—122, 128, 150, 154, 158—169, 173, 176 и далее, 179 и далее, 187, 189, 191, 192, 195, 207, 218, 220, 221, 234, 243, 657.
См. также Ислам.
Арианцы—155.
Арийские индийцы—89, 90.
Аристотелизм—118, 121 и далее, 162, 178, 179, 182, 230, 236, 262, 321, 364, 657.
Арифметика—74 и далее, 104 и далее, 157 и далее.
Археология—563 и далее.
Архитектура
— ранняя—74, 75;
— греческая—99;
— римская—133 и далее;
— средневековая—184 и далее;
— в эпоху Возрождения—215 и далее;
— современная—437;
«Ассоциация научных работников»—691.
Астрология—76 и далее, 115 и далее, 195, 617.
Астрономия
— происхождение—75;
— древнегреческая—105, 109, 128;
— мусульманская—164;
— средневековая—180 и далее;
— в эпоху Возрождения—222 и далее, 230 и далее, 263 и далее;
— современная—407 и далее, 416, 417;
— радио—421, 452.
Астрофизика—408, 452.
Атлантический кабель—306.
Атомистическая теория—107 и далее, 124, 248, 253, 255, 260, 261, 317, 349, 401—405 и далее.
Атомная
— бомба—12, 32, 391, 415 и далее, 441 и далее;
— энергия—414, 442, 451 и далее.
Атомное ядро—404.
Атомный реактор—414, 415, 442.
Афины—10, 92, 97, 100, 108, 109, 111—113, 114—115, 122, 124, 125, 127, 154, 157, 176.
Аэродинамика—434 и далее.
Бактериология—363 и далее, 365.
Баллистика—270.
Барометр—258, 259.
Белки—471 и далее, 481 и далее.
Бензольное кольцо—352.
Бетон—437.
Библия—60, 87, 94—95, 118, 121, 154 и далее, 193, 209, 358, 360, 365, 539, 540 и далее.
Биологическая война—471 и далее, 485 и далее.
Биология
— Аристотеля—119, 120;
— в XVIII веке—355—359;
— в XIX веке—355, 359—368;

*Жирным шрифтом напечатаны основные ссылки.

- Биология в XX веке—461—525;
— управление живой средой—462 и далее;
— и общественные влияния—466—472;
— и война—470 и далее;
— диалектический подход в б.—525.
- Биофизика—464, 471.
- Биохимия—354 и далее, 464, 472, 473—484;
— жизни—483 и далее, 489.
- Бирбек-колледж—309, 556, 609.
- «Благотворительное государство» —591 и далее.
- Бог—181, 209, 244, 254, 256, 267, 287, 295, 408, 540, 545.
- Боги—66 и далее, 84.
- Болонский университет—176, 222.
- Ботаника
— у первобытных народов—46, 59 и далее, 77;
— древнегреческая—125;
— мусульманская—165;
— в эпоху Возрождения—212, 261;
— в XVIII веке—261, 375;
— современная—477, 480.
- «Британская ассоциация содействия прогрессу науки»—307 и далее, 367.
- Британский музей—287.
- Брожение—46, 218 и далее, 362, 363, 473 и далее.
- Бронзовый век—30, 42, 59, 68—87, 88 и далее, 98, 102.
- Буддизм—149, 151, 156, 157, 192.
- Бумага—192.
- «Бытия» (книга)—120, 155, 192.
- Вавилон—9, 76, 77, 80, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 94, 95, 104, 108, 109, 155, 157, 163, 165, 266, 539.
- Вакуум—107 и далее, 119, 247, 253 и далее, 255, 258 и далее, 343, 400.
- Валентность—352, 427 и далее.
- Вандалы—174.
- Варвары—85 и далее, 136 и далее, 167, 174.
- Варшавский университет—637.
- Ватерная машина Аркрайта—290.
- «Век разума»—295 и далее, 302, 551 и далее.
- Великая Октябрьская социалистическая революция—316, 391, 575, 581 и далее.
- Великие люди—29, 657, 658.
- Венеция—137, 207, 208, 219, 230.
- Венская школа—571 и далее.
- Вестпремский университет—641.
- Ветряная мельница—186 и далее.
- Византия—136, 156, 157, 159, 167 и далее, 171.
- Викинги—189, 194.
- Вирусы—483 и далее.
- Витализм—498.
- Витамины—478 и далее.
- Водородная бомба—442, 443, 444, 451, 454, 617, 693.
- Водяная мельница—186 и далее.
- Военное исследование—441—450, 485 и далее, 674—676.
— расходы на—386 и далее, 448 и далее, 674 и далее.
- Воздушный насос—259 и далее.
- Возрождение—207—224;
— астрономия—8, 128, 164, 180, 219 и далее, 222 и далее;
- Возрождение, гуманизм—176, 184, 208 и далее, 546 и далее;
— искусство и техника—209 и далее, 212 и далее, 215 и далее, 225;
— литература—193;
— математика—180, 235 и далее;
— медицина—131, 214 и далее, 238, 239, 314, 362;
— металлургия—212, 216 и далее;
— наука—9, 12, 35, 37, 99, 100, 107, 116, 121, 125, 130, 147, 155, 158, 161, 162, 169, 179, 204 и далее, 223 и далее, 229, 256, 271, 283, 657;
— путешествия с целью открытия новых земель—208, 219—222, 224 и далее;
— химия—216 и далее.
- Война
— в эпоху Возрождения—208, 225;
— в древнем мире—108, 112, 122 и далее, 132 и далее;
— и наука—129, 215, 441—449;
— опасность в.—692;
— религиозная—205, 224.
— происхождение в.—83 и далее;
— современная—622.
- Волновая механика—409 и далее.
- Всемирная федерация работников науки—691 и далее.
- Выставка 1851 года—304, 308.
- Высшая нормальная школа—298.
- Гегельянцы—557 и далее.
- Генетика (дискуссия по г.)—509—513, 623 и далее. См. также—Наследственность.
- Генов теория—507 и далее.
- География—128 и далее, 164 и далее, 220—222, 291.
- Геология—214, 305, 359 и далее, 428 и далее.
- Геометрия—74 и далее, 104 и далее, 108 и далее, 127 и далее, 213, 243, 266.
- Геофизика—428.
- Геохимия—427 и далее, 490 и далее.
- Германия
— средневековая—173, 180;
— в эпоху Возрождения—213, 216;
— в эпоху Реформации—207, 208;
— университеты—308 и далее, 318;
— в XIX веке—285, 292;
— капитализм—312 и далее;
— промышленность—313;
— химия—309;
— химическая промышленность—353;
— господство науки—317.
- Гессенский университет—308.
- Геттингенский университет—308.
- Гистология—362.
- Гностики—124.
- Голландия
— и зарождение современной науки—147;
— и научная революция—262, 269, 285;
— система плотин—65;
— в XVI веке—221 и далее, 224 и далее, 226, 229;
— в XVII веке—203, 208, 232, 236, 245, 247, 261, 316.
- Гончарное ремесло—62, 78, 97, 150.
- Горение—166, 260, 345 и далее.
- Гормоны—479 и далее, 500.

- Горное дело—69 и далее, 108, 186, 208, 212, 216, 284, 323 и далее.
 Гражданская война в Америке—288, 316.
 Гражданская война в Англии—245, 248, 250.
 Греция—95—129;
 — и арабы—116, 158, 160, 161 и далее, 163—167, 169, 177 и далее, 179, 187, 191, 210;
 — архитектура—99;
 — астрономия—109; 137, 222;
 — влияние Г. в научной революции—219, 243, 253, 258, 262, 266, 269 и далее, 271, 272, 302;
 — города—67, 91, 92, 96 и далее, 132, 137, 541—542;
 — искусство—97;
 — математика—80, 104 и далее, 108, 109, 137, 163 и далее, 235;
 — материализм—102 и далее;
 — медицина—109 и далее, 239;
 — наука—9, 11, 27, 32, 81, 87, 95, 97 и далее, 99—129; 137, 150, 157, 655 и далее;
 — философия—101 и далее, 111—122, 204 и далее, 271, 539 и далее.
 Грешем-колледж—229, 283.
 Гуманизм (эпохи Возрождения)—208 и далее.
 Даосизм—166, 192, 540.
 Дар эль Хикма—161.
 Двигатель внутреннего сгорания—331 и далее, 384 и далее, 431 и далее.
 Движения теория—119, 121, 154, 179 и далее, 190, 232—236, 258, 262—268, 406 и далее, 410 и далее.
 Деньги—92, 209 и далее, 545, 548, 599.
 Деревня—82, 92, 171, 185, 186, 193.
 Диалектический материализм—576 и далее.
 См. также—Марксизм.
 Динамика—55, 119, 154, 180 и далее, 190, 215, 230, 232 и далее, 262—268, 270, 286, 406—411.
 Динамомашина—314, 343 и далее.
 Долгота—253, 262 и далее.
 Дом—65, 225, 393.
 Доменная печь—225.
 Доминиканские монахи—175, 180.
 Древнекаменный век—41—58;
 — искусство—46;
 — мифы—49 и далее, 56;
 — наука о животных—46 и далее;
 — одежда—45;
 — орудия—41 и далее, 59 и далее;
 — оружие—55;
 — ритуалы—49 и далее, 56.
 Дрожжи—363 и далее, 475.
 Духи—56, 57, 80, 131 и далее, 166, 218 и далее, 260, 346 и далее.
 Дыхание—349, 499 и далее.
 Евгеника—566 и далее, 602.
 Египет
 — антиэллинистическое движение в Е.—156;
 — ранняя наука и техника—75—90, 97 и далее, 104, 129, 148;
 — ранняя цивилизация—42, 64, 65 и далее, 68, 69, 71, 72, 74, 94, 95 и далее, 125, 165.
 Ересь—155 и далее, 545 и далее.
 Еретики—175 и далее, 205.
 Ессей—152.
 Естественное право—547 и далее.
 Железные дороги—226, 305 и далее, 325 и далее.
 Железный век—30, 42, 64, 74, 77, 83, 85, 86, 87, 88—143, 150, 151, 189, 656;
 — города в эпоху Ж. в.—92 и далее;
 — политика в эпоху Ж. в.—91 и далее;
 — производство товаров в эпоху Ж. в.—91, 92.
 Железо и сталь
 — открытие—88 и далее, 161;
 — в эпоху Возрождения—225 и далее;
 — в XVIII веке—285, 289, 290, 291, 293, 294;
 — в XIX веке—313, 332—334.
 Животных одомашнивание—59.
 — поведение—46, 502 и далее.
 Жрецы—66 и далее, 79 и далее, 82 и далее, 153.
 «Западная христианская цивилизация»—184, 572, 590, 596 и далее, 616, 641, 664.
 Зороастризм—151, 155, 156, 159, 540.
 Идеализм—34 и далее, 114 и далее, 287, 318, 408, 613 и далее.
 Иезуиты—228.
 Изомерия—351.
 Изотопы—465.
 Илханские таблицы—180.
 Иммунология—365, 480, 481.
 Империализм—281, 315, 384 и далее, 395, 515, 575, 582 и далее, 588 и далее.
 Империя—84 и далее, 111 и далее, 122 и далее, 132 и далее, 150 и далее, 160 и далее, 384.
 Индия
 — Британское господство—290, 316;
 — в бронзовом веке—42, 59, 70, 82, 88;
 — в железном веке—102, 105, 108;
 — кастовая система—113, 199;
 — Моголы—169;
 — и наука древности—9, 37, 125, 147, 150, 163, 165, 167, 177, 185;
 — расцвет культуры—156, 157;
 — религия в И.—151;
 — цивилизация—539;
 — цифры—157, 180.
 Индуизм—151, 156, 199.
 Индустриальная психология—605, 606 и далее.
 Инженерное дело—129, 304, 305;
 — в XIX веке—330, 335;
 — в XX веке—430—437.
 Инженеры—26, 83, 129, 215, 289, 305, 330.
 Инквизиция—176, 230, 246.
 Институт инженеров-электриков—344.
 Инсулин—494.
 Ионийские философы—81, 100, 108, 167.
 Иррациональные числа—104 и далее.
 Ирригация—63 и далее, 150, 167, 170, 516 и далее.
 Искусственное волокно—482.
 Искусство—25, 46, 97, 114, 124, 195, 209 и далее, 212 и далее.

Ислам

- астрономия—164, 180;
- география—164 и далее;
- математика—108, 163 и далее, 657 и далее;
- медицина—164;
- наука—9, 12, 147, 150, 161—169, 177, 181, 654;
- оптика—165 и далее;
- религия—94, 147, 151, 158 и далее, 177, 543;
- химия—165 и далее.

Испания

- и Ислам—30, 159, 162 и далее, 177;
- в эпоху Возрождения—205, 207, 208, 216, 220 и далее, 225;
- в XVII веке—232 и далее.

Исследования научные

- в классические времена—121, 125;
- лаборатории—296; 309, 317, 340;
- организация—121, 386 и далее, 399, 673 и далее;
- стратегия н. и.—690.

Исторический материализм—558 и далее.**История—534 и далее, 542, 558 и далее, 563 и далее, 577, 631, 646 и далее.****Италия**

- греки в И.—101, 106;
- римская—132 и далее;
- средневековая—170, 171, 172 и далее, 174, 194, 203, 210, 228;
- в эпоху Возрождения—9, 30, 32, 147, 205, 207 и далее, 213 и далее, 228, 229;
- в XVIII веке—292, 298.

Йога—105, 540.**Кайзер-Вильгельм гезельшафт, институты—398.****Календарь—75 и далее, 176, 222.****Калифорнийский университет—446.****Кальвинизм—106, 159, 207, 225, 285.****Камера-обскура—213.****Капитал—261, 560 и далее, 576.****Капитализм**

- и зарождение современной науки—9, 147, 203, 204, 269—272, 455, 656, 662;
- монополистический—384 и далее;
- и наука—280 и далее, 309, 667 и далее, 671—676;
- и общественные науки—530 и далее, 547 и далее, 586 и далее;
- и природные ресурсы—441;
- промышленный—290 и далее;
- развитие—148, 203 и далее, 205;
- сосуществование с социализмом—644 и далее, 692;
- и социализм—386 и далее;
- в XIX веке—304;
- в XX веке—586 и далее.

Карта—128 и далее, 220, 229.**Катализаторы—438 и далее.****Катодные лучи—400.****Католическая церковь—118, 174—179, 209, 225, 230, 231, 234, 244, 286, 596.****Квантовая теория—403, 409 и далее;**

- валентности—427 и далее.

Кембриджский университет—176, 264 и далее, 292, 461.**Кибернетика—420, 423 и далее.****Кино—388, 590.****Кислород—260, 347 и далее.****Китай**

- и арабы—164—169;
- буддизм—151, 157;
- бумага и книгопечатание—192 и далее;
- ранние миссии в К.—156, 158, 159, 160, 164, 229;
- ранняя наука—9, 42, 76, 148;
- ранняя техника—90, 147, 149, 184 и далее, 188 и далее, 225, 292;
- ранняя философия—102 и далее, 134, 148, 149, 539 и далее;
- ранняя цивилизация—37, 42, 59, 84, 86, 90, 91, 123 и далее, 143, 147, 271.

Китайская Народная Республика—384, 440, 589, 641—643.**Классовое общество—61, 67 и далее, 113 и далее, 539, 577, 666—669.****Клетка**

- деление—496;
- теория—362.

Книгопечатание—192 и далее.**Колесо—71 и далее, 84.****Коллеж де Франс—207, 229.****Коллективизация сельского хозяйства—620 и далее.****Колонии**

- колониальная экспансия—312, 315 и далее;
- революция в колониях—589 и далее.

Коммунизм—582 и далее, 586 и далее, 637 и далее.**Компас—87, 184, 187 и далее, 237 и далее, 311, 337.****Конечные причины—118 и далее, 126, 127, 242.****Конквистадоры—243.****Конская упряжь—184, 186 и далее.****Константинополь—134, 136, 149, 153, 157, 170.****Контрренессанс—224.****Контрреформация—224, 228, 240, 358.****Конфуцианство—134, 539.****Концентрация промышленности—290 и далее.****Кооперативное движение—555, 556.****Коран—94, 95, 159, 161, 163, 165, 177.****Королевская академия наук во Франции—246, 247, 248 и далее, 250, 272, 299.****Королевская обсерватория—263.****Королевский ботанический сад—296, 358 и далее.****Королевский колледж—207.****Королевский институт—300, 309.****Королевский научный колледж—308.****Королевское общество (в Лондоне)**

- и Ньютон—266;
- основание К. о.—229, 241, 247—255;
- отношение к общественным наукам—249, 547;
- в XVIII веке—283 и далее, 287, 337;
- в XIX веке—307.

Космические лучи—416 и далее.**Коэнзимы—477 и далее, 484.****Крепостные—171 и далее.****Крестовые походы—159, 167, 175, 177, 219.****Крестьянская война (в Германии)—205****Кристаллов, структура—405 и далее.****Кристаллография—350.**

- Кровообращение—239 и далее.
 Кузнецы—70, 83, 89, 187, 333.
 Купцы
 — в бронзовом веке—67, 85, 664;
 — греческие—101, 123;
 — в Римской империи—132;
 — мусульманские—160;
 — сирийские—156;
 — в средние века—173, 185, 194.
 — в эпоху Возрождения—209, 240, 245, 252, 271, 548 и далее.
- Laissez-faire—37, 549, 550.
 Левеллеры—547.
 Лейбористская партия—573, 575, 580, 592 и далее.
 Лейденская банка—336, 337, 338.
 Лейденский университет—285.
 Ликей—116, 121, 125, 247.
 Линзы—165 и далее, 192 и далее, 232, 256 и далее.
 Линнее общество—357.
 Литература, происхождение—93 и далее.
 Логика—106 и далее, 112 и далее, 117 и далее.
 Логический позитивизм—616 и далее.
 Лондонская экономическая школа—574 и далее.
 Лошадиная сила—327.
 Лук—55.
 Лунное общество—293 и далее.
 Лучковое сверло—99.
- Магия—37, 49 и далее, 56 и далее, 80 и далее, 97, 344.
 Магнетизм—49, 187 и далее, 237 и далее, 263, 334, 335
 Магнитный железняк—187.
 Майя—664.
 Маккавей—152.
 Мандарины—185.
 «Манифест Коммунистической партии»—558 и далее.
 Манихейство—155, 175, 544.
 Марксизм
 — и наука—7, 34, 632 и далее;
 — и наука об обществе—557—562, 618, 629, 645 и далее.
 Массовое производство—333, 387, 431 и далее;
 — социальные последствия—436.
 Математика
 — происхождение—72 и далее;
 — греческая—104 и далее; 108 и далее; 127 и далее;
 — мусульманская—163;
 — в средние века—180 и далее, 194;
 — в эпоху Возрождения—235 и далее, 243, 253, 264 и далее, 269;
 — в XVIII веке—286, 287;
 — современная—406, 453.
 — как язык—681.
 Материализм—34 и далее, 102 и далее, 318, 329, 557, 558.
 Машины—55, 184 и далее, 330 и далее;
 — автоматические—452 и 453.
 Маятник—263 и далее
 — у первобытных народов—77;
- Медицина
 — греческая—97, 108 и далее, 131 и далее;
 — мусульманская—164 и далее;
 — в эпоху Возрождения—214, 238 и далее, 261, 262;
 — в XIX веке—314, 363 и далее, 368;
 — современная—467, 491—495;
 — и война—468, 469;
 — социальная—521 и далее.
 Медицинская школа—298.
 Медресе—176, 543.
 Мезон—409, 413, 416 и далее.
 Мельница—174, 186 и далее.
 Мертон колледж—180.
 Месопотамия—30, 42, 59, 64, 65, 68, 72, 74, 76, 79, 82, 84, 85, 87, 96, 98, 125, 163, 167.
 Металлургия—70, 78, 89 и далее, 212, 216 и далее, 225 и далее, 332 и далее, 427.
 Метеорология—429 и далее.
 Методизм—299, 554.
 Механика—51, 129, 150, 180, 215, 232—236, 238, 262—269, 286.
 Механицизм—498.
 Механические станки—332 и далее, 431.
 Меченые атомы—416 и далее, 465, 477.
 Микробиология—321, 363 и далее, 485—491.
 Микробы—363.
 Микроскоп—239, 258, 361 и далее, 495 и далее.
 Минералы—69, 125, 166, 180, 212, 216, 427 и далее, 440 и далее.
 Мистицизм—104, 105, 106, 116, 135 и далее, 154, 157, 166, 179, 408, 540, 570, 595, 614, 617.
 Мифы—34 и далее, 49 и далее, 56, 62, 80, 81, 95, 102, 113, 538 и далее, 596.
 Мичуринское учение—510.
 Молекулярная асимметрия—351 и далее, 363.
 Монополии—228, 312, 369, 384 и далее, 392, 432, 575, 581 и далее, 667, 670 и далее.
 Монофизиты—155, 156.
 Мореплавание—70, 71, 189 и далее, 219 и далее, 247, 270, 271, 302.
 Мутация—512.
 Мюль-машина—290.
- Напалм—444.
 Народной демократии страны—639—644
 «Народный фронт»—585.
 Население—303, 360, 518 и далее, 553, 693.
 Наследственность—504—513, 566 и далее.
 Натурфилософия—301, 361.
 Наука
 — и благосостояние человечества—16, 300 и далее, 391, 440, 662 и далее, 677, 693;
 — и война—9, 15, 313, 391, 399, 441—450;
 — и догма—154 и далее;
 — зарождение абстрактной науки—96 и далее;
 — и империализм—386 и далее;
 — и инженерное искусство—26 и далее, 435;
 — как институт—18—21, 252 и далее,

Наука

- и искусство—25 и далее, 27;
- и история—7, 10, 11, 280;
- и капитализм—9, 10, 19, 204 и далее, 269—270, 279, 288, 318, 368 и далее, 449, 493, 658, 671 и далее, 682, 685 и далее;
- и культура—312;
- кумулятивные традиции н.—26—29;
- и магия—41, 80 и далее;
- милитаризация н.—15, 19, 446 и далее, 451 и далее, 667;
- мировая потребность в н.—692—699;
- и мистицизм—105 и далее, 408 и далее, 570, 617, 618;
- народная—308, 309, 691 и далее;
- и общество—7, 9, 10, 16, 35 и далее, 395, 396, 653—658, 660 и далее, 662—663, 695, 698;
- определение н.—8, 17;
- организация—306, 686—692;
- в переходный период к феодализму—147—169;
- и планирование—24, 391 и далее, 440, 677 и далее, 687;
- применение н.—390 и далее;
- происхождение количественной н.—72—79;
- происхождение н.—37—58;
- происхождение современной н.—203, 205, 227;
- в промышленной революции—301 и далее, 659;
- и промышленность—292, 293 и далее, 387, 435 и далее, 669 и далее;
- и религия—27, 42, 244, 267, 268;
- роль великих людей в н.—29 и далее, 659, 660;
- свобода н.—15, 686—692;
- секретность в н.—15, 399, 416, 675;
- в слабо развитых странах—676 и далее;
- сотрудничество в н.—683 и далее;
- и социализм—387 и далее, 395, 677 и далее;
- и средства производства—29—33;
- стратегия н.—24 и далее, 393 и далее;
- и техника—8, 28, 98 и далее, 203 и далее, 270, 280 и далее, 657—660;
- в университетах—307 и далее, 446 и далее;
- и философия—8, 27, 42, 683—686;
- и Французская революция—298—301;
- чистая—20, 26, 378;
- и экономическое развитие—658—659;
- язык н.—23 и далее, 681 и далее;
- Научная революция—204 и далее, 207—272;
- аппаратура—22, 23;
- астрономия в н. р.—222 и далее, 230 и далее, 267;
- биология в н. р.—261 и далее;
- классификация—22 и далее, 51 и далее;
- медицина—314 и далее;
- механика в н. р.—262—269, 270;
- уголь в н. р.—226 и далее;
- химия в н. р.—260 и далее.
- Научное измерение—22 и далее;

- Научное просвещение—229, 298, 610, 611.
- «Научное управление»—608.
- Научные
 - законы—23, 33;
 - конгрессы—448;
 - общества—241, 247—253; 272, 307 и далее;
 - открытия—28, 33, 339 и далее, 383, 402, 493 и далее, 661.
- Научный метод—21—27, 195.
- Нацизм—394, 567, 588, 594, 639.
- Национальная служба здравоохранения—522 и далее.
- Национальная физическая лаборатория—307.
- Национальные ресурсы—440, 441.
- Национальный вопрос—619.
- Небесные тела—105, 109, 115, 128 и далее, 182, 222, 236, 267.
- «Невидимая коллегия»—248, 254.
- Недостаточности болезни—478 и далее, 494 и далее.
- Независимая рабочая партия—573.
- Нейрология—365.
- Нейтрон—413 и далее.
- Неомальтузианство—16, 507, 595, 649.
- Неоплатонизм—116, 135, 153, 154, 162, 177, 178.
- Неопределенности принцип—410 и далее, 455, 459.
- Нервная система—500 и далее.
- Новый каменный век—42, 59—63.
- «Новый курс»—587, 600.
- Норманская архитектура—184.
- Ньюкомена машина—323 и далее,
- Обмен веществ—483.
- Образование
 - у первобытных народов—48;
 - в бронзовом веке—79 и далее;
 - в древности—101, 112, 115 и далее, 117;
 - в эпоху средневековья—176 и далее;
 - в XVIII веке—293, 298, 299;
 - техническое—309;
 - в Советском Союзе—635—637;
 - в Китае—643.
- Обсерватория, Королевская (в Гринвиче)—263.
- Общественные науки—528—650;
 - будущее о. н.—645—650;
 - в Греции—543 и далее;
 - в древности—538—543;
 - и естествознание—529 и далее, 533 и далее;
 - и загнивание капитализма—575, 597—602;
 - исторический элемент в о. н.—534 и далее;
 - при капитализме—575, 597—602;
 - коррупция о. н.—608 и далее;
 - методы о. н.—537 и далее;
 - и общественные изменения—533, 586 и далее;
 - отсталость о. н.—530 и далее;
 - применение о. н.—601—608;
 - и ранние церкви—543 и далее;
 - при социализме—618—639;
 - у схоластов—545.

- Общество
— происхождение о.—43, 47 и далее;
— теории о.—111, 539 и далее, 550, 551, 561.
- Огонь—45 и далее, 52, 59, 62, 81, 190, 327.
См. также—Горение.
- Огораживание общинных земель (законы об)—284.
- Одежда—45.
- Океанография—429.
- Оксфордский университет—176, 180, 248, 292, 307.
- Оксфордское движение—312.
- Операционные исследования—445 и далее, 605 и далее.
- Оптика—129, 165, 192, 232, 256 и далее, 658.
- Органическая химия—317, 321, 350—354, 426 и далее, 438 и далее, 453.
- Орудия
— механический станок—332 и далее, 431;
— в первобытном обществе—44 и далее, 53 и далее.
- Орфизм—105.
- Оспа—364 и далее.
- Относительности теория—406 и далее, 408 и далее.
- Охота—48 и далее, 54 и далее, 57 и далее.
- Очки—165, 192 и далее, 232.
- Падуанский университет—176, 177, 215, 222, 232, 239.
- Панамский канал—464.
- «Пансофический колледж»—248.
- Папство—153, 175, 209, 219, 237.
- Парижская коммуна—578 и далее.
- Парижский университет—176.
- Паровая машина—260, 280 и далее, 284, 322—328, 330, 333, 657.
- Паровоз—305, 325 и далее.
- Паровой молот—332.
- Пароход—305, 326.
- Патология—215, 362.
- Педагогика—607—611.
- Пенициллин—442, 492 и далее.
- Первый Интернационал—578, 579.
- Перегонка—130, 165, 191 и далее, 240, 324 и далее.
- Периодическая таблица—317, 405.
- Перспектива—129, 213 и далее.
- Пивоварение—280, 471, 469.
- Пирамиды—74, 79.
- Писцы—79 и далее.
- Письмо—72 и далее.
- Пища, питание—366, 467 и далее.
- Пищеварение—439.
- Пищевая промышленность—367, 468.
- Планет движение—230 и далее, 236, 263—269.
- Планирование экономическое—621 и далее, 627—630.
- Пластмасса—428 и далее.
- Платонизм—21, 153, 154, 177, 178, 209, 265, 311, 536, 539.
- Плуг—71, 84 и далее, 90 и далее.
- Пневматика—253, 259 и далее.
- Позитивизм—329 и далее, 409, 455 и далее, 565, 566, 571 и далее, 581, 602, 615.
- Положительный электрон—413.
- Полимеры—438 и далее, 451, 453.
- Политехническая школа—298, 308.
- Политическая наука—541 и далее, 544, 546, 547 и далее, 599 и далее, 648.
- Порох—184, 189 и далее, 260.
- Поточные методы—438 и далее.
- Почвоведение—307, 440 и далее, 469.
- Право—68 и далее, 94, 134, 539, 542, 547, 647 и далее.
- Прагматизм—570, 614.
- Предельной полезности теория—553, 567—569, 598.
- Преобразование природы—516 и далее, 695 и далее.
- Прерафаэлиты—312.
- Прибавочной стоимости теория—560 и далее.
- Прививка—364 и далее.
- Приготовление пищи—45 и далее, 165, 363.
- Проверка лояльности—399, 447, 675.
- Программа «пункта 4-го»—676.
- Продовольственное снабжение—463, 519 и далее, 693.
- Производительные силы и производственные отношения—31, 302, 312, 530, 559 и далее, 661, 665.
- Происхождение жизни—489 и далее.
- Промышленная революция—8, 16, 288—294, 301, 304, 312, 369 и далее, 378, 658; — и наука—30, 203, 204, 284, 300, 301 и далее, 370;
— социальные последствия—301, 552, 555, 558;
— техническая база—130, 187, 216, 227, 250, 284 и далее, 310, 326, 349, 387;
— третья—387, 452;
— экономическая база—190, 195, 279, 283, 326, 330, 331.
- Промышленное исследование—300, 314, 317, 392, 672.
- Просветительная ассоциация рабочих—600.
- Просвещение—269, 302, 308.
- Протон (ядро атома водорода)—412, 413 и далее, 417.
- Прядильная машина—290.
- Психоанализ—504, 571, 611 и далее.
- Психология—502 и далее, 544, 611 и далее, 647.
- Пуританство—155, 248, 254.
- Пушки и орудия—189—190, 226, 332 и далее, 334.
- Работа, научное понятие о р.—327 и далее.
- Рабочее движение в Англии—572 и далее, 580 и далее.
- Рабство—66 и далее, 86 и далее, 132 и далее.
- Радий—402.
- Радио—418 и далее.
- Радиоактивность—402 и далее, 412;
— искусственная—414 и далее.
- Радиоастрономия—421, 452.
- Радиолокация—419, 420 и далее, 422, 442, 444.
- Разум и рационализм—50 и далее, 106, 121, 163, 177, 179, 241—245, 698 и далее.

- Разум, реакция против р.—108, 569, 570, 595 и далее, 615.
Рак—497 и далее.
Ракеты—434 и далее, 445.
Раннее средневековье—149, 153, 157, 172, 657.
Расовая теория—567 и далее.
Расширяющаяся вселенная—417 и далее.
Реактивные самолеты—434 и далее.
Революция в пневматике—281, 288, 294, 301, 346 и далее.
Реклама—605 и далее.
Религия
— происхождение р.—49 и далее, 57;
— в эпоху неолита—63 и далее;
— в бронзовом веке—66;
— еврейская—94 и далее, 152;
— греческая—101;
— мусульманская—158 и далее, 162 и далее;
— в средние века—174—179;
— и Реформация—207 и далее;
— и реакция—554;
— организованная—135, 153 и далее.
Ремесла и ремесленники—61 и далее, 98 и далее, 129, 157, 161, 173, 184 и далее, 193, 194, 210 и далее, 215, 238, 250, 289, 292, 305, 323, 330.
Рентгеновские лучи—400 и далее.
Рентгеновский анализ—404 и далее, 426 и далее, 481 и далее, 493.
Реология—436.
Рескин-колледж—609.
Реставрация—205, 249, 301.
Реформация—155, 174, 193, 204, 205, 207 и далее, 210, 219, 236, 267, 545 и далее.
Реформизм—579 и далее.
Рефрижерация—367 и далее, 468.
Римская империя
— и арабы—160, 167;
— архитектура—99, 134;
— крушение—100, 135, 137 и далее, 170;
— наука—131, 160—161;
— право—134 и далее, 542 и далее;
— сельское хозяйство—134;
— семья—134;
— цивилизация—88, 90, 91, 93 и далее, 132—137, 143.
Ритуал—49 и далее, 52, 56 и далее, 62, 75, 538 и далее.
Россия—164, 167, 171, 208, 225, 226, 246, 285—286, 292, 297, 315, 316, 318. См. также Советский Союз.
Руль с ахтерштевнем—185, 188.
Рыночные исследования—604 и далее.
Самозарождение—363, 365 и далее, 490.
Самолет—387, 433—435.
Санитария—365, 468.
Света, волновая теория—257 и далее, 341, 410.
Сельское хозяйство
— происхождение—59 и далее, 63;
— в Римской империи—134;
— в эпоху средневековья—171, 173, 185;
— современное—469;
— в XVII и XVIII веках—284, 291 и далее;
— в XIX веке—315, 367 и далее.
Сервомеханизмы—387, 422 и далее, 649.
Сибирская язва—315, 364, 485.
Символизм—47.
Скептики—124.
Скотисты—177, 179, 243.
Скрытая теплота—324 и далее.
«Собрание немецких естествоиспытателей»—307.
Собирательство—48 и далее.
Советская Армия—445, 622 и далее, 639.
Советский Союз
— автоматический завод—452;
— Академия наук—678 и далее;
— биологическая наука—506—513;
— вторая мировая война—622 и далее;
— дискуссии в С. С.—507—513, 623 и далее, 684;
— Коммунистическая партия—620;
— народное образование—635 и далее;
— наука в С. С.—34, 387 и далее, 389, 392, 417, 440, 632, 673 и далее;
— общественная наука—629—639;
— отношение к истории—633—635;
— переход к коммунизму—635 и далее;
— планирование—631—632;
— преобразование природы—516 и далее, 633, 685;
— психология в С. С.—636;
— социальная ответственность—635;
— ценность индивидуума—636 и далее;
— экономическая наука—633 и далее.
Соединенные Штаты Америки—312 и далее, 386.
— военные исследования—448, 485, 671 и далее;
— капитализм—318, 384 и далее, 431, 594, 596, 670—672;
— комиссия по атомной энергии—443, 451;
— наука—389, 399, 415 и далее, 631 и далее;
— университеты—446 и далее.
Сольева процесс—354.
Сохранение материи—347.
Сохранение энергии—310 и далее, 328 и далее.
Социал-демократия—578, 579 и далее, 588, 592;
— социал-демократическая федерация—562, 573, 581.
Социализм—10, 369, 384 и далее, 533 и далее, 578—579, 584 и далее;
— зарождение с.—311 и далее, 555 и далее, 573 и далее;
— и наука—391;
— научный—577.
См. также Советский Союз.
Социология—569 и далее, 574, 602, 603, 646;
Социальная медицина—521 и далее.
Социальное обследование—573 и далее, 602 и далее.
Стагирическая химия—166, 218, 260, 427.
Спирт—191 и далее.
Средневековая
— архитектура—184 и далее;
— наука—32, 35, 79, 169, 176 и далее, 179—183, 195 и далее, 205, 223;

- Средневековая техника—91, 147—148, 150, 173, 183—193, 199, 203 и далее, 208, 225, 227, 657;
— философия—35, 114, 121, 127, 151, 177 и далее, 182 и далее, 206, 243, 271—272, 287, 544 и далее;
— церковь—153, 174 и далее, 176, 182, 194, 544 и далее, 545;
— экономика—см. Феодалная система.
- Средневековое
— искусство—195, 212—213, 214;
— крестьянство—132, 173, 193, 545;
- Средневековые
— гильдии—194, 210;
— города—172 и далее, 194;
— монахи—175 и далее;
— университеты—176 и далее.
- Сталь—см. Железо и сталь.
- Стандартные дома, строительство—437.
- Статистика—547, 603, 649.
- Стереохимия—352 и далее.
- Стоицизм—124, 133, 135.
- Структурная формула—352.
- Судно—70, 71, 91, 304—305, 326.
- Суконная промышленность—150, 193, 289.
См. Текстильная промышленность.
- Схоласты—209, 657.
- Тбилисский университет—624.
- Текстиль
— искусственный—438 и далее;
— происхождение—62, 150.
- Текстильная промышленность—130, 249, 280, 288—290, 292, 304, 326, 332—333, 349 и далее, 353;
— средневековая—186—187, 193 и далее, 208.
- Телевидение—421 и далее.
- Телеграф—304, 305.
- Телескоп—192, 232 и далее, 240, 256 и далее, 407 и далее.
- Теология—151—156, 162, 177 и далее, 182 и далее, 209, 244 и далее, 265, 267 и далее, 295, 311, 358 и далее, 361, 371, 532 и далее, 543—546 и далее, 616 и далее.
- Тепловой насос—328.
- Теплота
— калория—326 и далее;
— механический эквивалент—328;
— производство т. организмами—349, 483 и далее;
— ранние представления о т.—322;
— удельная и скрытая—324;
— рассеяние т.—329.
- Термодинамика—310 и далее, 328.
- Тесты—610 и далее.
- Техническое образование—308 и далее.
- Ткацкое дело—45, 62, 150, 208, 290.
- Токарный станок
— винторезный—332;
— патронный—99;
— с суппортом—332.
- Торговля—67 и далее, 84 и далее, 91 и далее. См. Купцы.
- Тотемизм—49 и далее, 538 и далее.
- Транспорт—70 и далее, 91 и далее, 185, 208, 304 и далее, 326, 431—435.
- Тред-юнионы—607, 609;
— ранние—555 и далее;
— цеховые—572.
- Тригонометрия—164, 180.
- Троя—91.
- Трудовая теория стоимости—549 и далее, 553, 560.
- Турбина—326, 331, 434.
- Тяготение—263 и далее, 368, 407.
- Угольная промышленность—226 и далее, 284, 289, 323, 325 и далее.
- Удельная теплота—324 и далее.
- Удобрения—316, 367, 437.
- Университеты
— предтечи у.—115, 121, 125, 156, 161;
— в средние века—176;
— в эпоху Возрождения—207, 214 и далее, 247 и далее;
— в XVIII и XIX веках—285 и далее, 293 и далее, 307, 308;
— исследовательская работа в у.—386 392, 399, 672—674;
— современные—398, 446 и далее, 602, 611;
— социалистические—635 и далее, 641.
- Управляемые ракеты и снаряды—444 и далее.
- Уран—402 и далее, 414 и далее.
- Условные рефлексы—501.
- Утилитаристы—304 и далее, 553.
- Утопия—546.
- Учёные
— общественное положение у.—378 и далее;
— организация у.—695 и далее;
— ответственность у.—15, 16, 20, 318, 393 и далее, 688—689, 697.
- Фабианское общество—574.
- Фабианство—574 и далее, 581, 582, 588, 592, 604, 629.
- Фашизм—114, 588, 595, 600, 622.
- Феодалная
— деревня—171 и далее;
— система—171—199.
- Физика
— будущее—450—452;
— в эпоху Возрождения—234;
— греческая—117 и далее, 128 и далее;
— кризис в ф.—418 и далее, 455 и далее;
— у первобытных народов—45;
— в XVIII и XIX веках—324, 327—330, 334—340.
— средневековая—180;
— и химия—428;
— революция XX века в ф.—397—426.
- Физиократы—550.
- Физиология—77, 131, 239, 253—255, 261, 349, 365, 499 и далее.
- Философы—287, 292, 293, 294, 298, 302, 304, 550.
- Философы и философия
— классическая—101 и далее, 111 и далее, 124 и далее;
— в эпоху Возрождения—228 и далее, 240—241, 244—245, 252, 269;
— мусульманская—163;
— в эпоху раннего христианства—155;
— средневековая—176—179;
— современная—595 и далее, 614 и далее, 617 и далее, 683—686;

Философы

- в XVIII веке—287, 302;
- в XIX веке—557—559, 569—572, 575—577.

Флогистон—345—349.**Фотон—403 и далее****Фотосинтез—477 и далее.****Франция**

- в эпоху Возрождения—9, 207, 209;
- капитализм во Ф.—279, 312;
- социализм во Ф.—556;
- средневековая—171, 173;
- университеты—241;
- химическая промышленность—299;
- в XVI веке—206, 221, 224;
- в XVII веке—148, 244, 245 и далее, 248 и далее, 262 и далее;
- в XVIII веке—285, 301;
- в XIX веке—303, 307, 309, 313, 351.

См. также Французская революция.

Французская академия—см. Королевская академия наук.**Французская революция—32, 269, 281, 292, 294, 296, 298, 299, 302, 303, 318, 356, 358, 359, 370, 552 и далее.****Химическая промышленность**

- тонкая Х. П.—439, 495 и далее;
- в XIX веке—306 и далее;
- в XX веке—437—439.

Химическая терминология—348 и далее.**Химия**

- у первобытных народов—45—46, 77 и далее;
- в эпоху Возрождения—216 и далее, 240, 260 и далее;
- греческая—130;
- мусульманская—165 и далее;
- органическая—350 и далее;
- в XVIII веке—294, 344—349;
- в XIX веке—309 и далее, 349—355.
- современная—405, 426—428, 437—439;

Химия газов (революция в х. г.)—281, 294, 301, 321, 346 и далее.**Храм—66, 67, 72, 76, 82.****Христианство—94 и далее, 105, 112, 116, 136 и далее, 147, 151—156, 158 и далее, 177 и далее, 181 и далее, 203, 204, 295.****Хроматография—465.****Хромосомы—496, 507, 508—509, 512.****Хронометр—263 и далее, 270.****Ценности—115, 531, 536 и далее.****Церковь**

- англиканская—295, 299, 302;
- и наука—135, 224, 244 и далее;
- ранняя—152, 153—156, 158 и далее;
- в средние века—174 и далее; 183, 193, 194 и далее.
- феодальная—269.
- в эпоху Возрождения—35, 207 и далее, 209 и далее, 213;
- и Галилей—234, 237 и далее;

Цивилизация, происхождение—63—68.**Циклотон—413.****Циники—124.****Цитология—495—498, 511.****Цифры—74 и далее, 104 и далее.****Чартисты—311, 555—556.****Частная собственность—61.****Часы—187 и далее, 263.****Эволюция—310 и далее, 321, 358—361, 371 и далее;**

- и наука об обществе—566 и далее;
- в XX веке—504—513.

Экзистенциализм—133, 596, 616—617.**Экклезиаст—102.****Экология—514 и далее.****Экономика—92, 541, 545, 547 и далее, 553 и далее;**

- кейнсианская—598 и далее;
- марксистская—558—562, 575 и далее, 582 и далее;
- советская—633 и далее;
- теория предельной полезности—567.

Электрический разряд—400 и далее.**Электричество**

- отставание в применении—341, 342;
- в XVIII веке—286, 287, 335—338;
- в XIX веке—339—344.

Электролиз—350.**Электромагнетизм—339 и далее.****Электромагнитная теория света—316 и далее, 321;****Электрон—401, 407 и далее, 410, 424.****Электроника—418—426.****Электронная лампа—419 и далее.****Электронная теория металлов—427.****Электронные вычислительные машины—423 и далее.****Электронный микроскоп—424 и далее, 465, 495.****Электропромышленность—314 и далее.****Электростанция—343.****Электроэнцефалограф—502.****Элементы**

- греческие—102 и далее, 111, 117, 137;
- мусульманские—166 и далее;
- в эпоху Возрождения—218, 240;
- Бойля определение—260;
- установление химических э.—348;
- периодическая таблица э.—317.

Эллинистическая

- астрономия—128 и далее;
- география—128 и далее;
- империя—93, 100, 124, 125, 132;
- математика—127, 128;
- медицина—131 и далее;
- механика—129 и далее;
- наука—122—131, 177, 180, 181;
- химия—130, 131.

Эмбриология—362, 495—498.**Эндокринология—479, 500 и далее.****Энергия пара—288, 292 и далее.****Энзимы—363, 473, 475 и далее, 484.****Эпидемические заболевания—315, 365, 468 и далее.****Эпикурейство—124, 133.****Эфир—117, 341, 407.****Ядерная физика—411—418, 451 и далее, Язык**

- животных—503;
- происхождение—43—44, 47 и далее.

Ян и Инь—103, 242.**Япония—157, 228, 316, 318.****Ярвизация—510 и далее.**

УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН*

- Абеляр П.—177.
 Аверроэс (Ибн-Рашд)—163, 167, 177, 178.
 Августин—135, 155, 159, 544.
 Авиценна—162, 163, 165, 218.
 Авогадро—298, 351.
 Агрикола—212, 216.
 Адлер А.—612.
 Адриан—135.
 Александр—100, 117, 122 и далее, 124 и далее, 129, 149, 680.
 Алкивиад—113.
 Алкмеон—110.
 Альберт—175, 179, 180.
 Альберт Саксонский—181.
 Альберти Л. Б.—213 и далее.
 Аль-Бируни—163, 164.
 Альба О.—602.
 Аль Газали—163, 177, 179.
 Альгазен (Ибн-аль-Хайсам)—180, 256.
 Аль-Мамун—161, 162, 164.
 Аль-Мансур—162.
 Аль-Масуди—164.
 Аль-Рази—см. Разес.
 Аль-Фергани—163.
 Альфонс Мудрый—180.
 Аль-Хорезми—164, 516.
 Амвросий—135.
 Амичи Г.—362.
 Ампер А. М.—339.
 Анаксагор—101, 103, 108.
 Анаксимандр—102, 104.
 Анаксимен—102, 242.
 Андерсон Ч. Д.—413.
 Андре И. В.—271.
 Ансельм—117.
 Аполлоний из Перги—127.
 Апперт Ч.—363.
 Арзахель—231.
 Ариабхат—157.
 Аристарх Самосский—105, 128.
 Аристотель—98, 100, 101, 103, 107, 112, 115, 117—122, 124, 143, 147, 161, 162, 166, 175, 177—180, 182, 204, 206, 209, 218, 222, 223, 230, 241, 242, 255, 256, 259, 272, 322, 348, 355, 371, 483, 541—542, 563, 657, 660, 661, 668.
 Аркрайт Р.—290, 331.
 Архимед—32, 100, 109, 121, 125, 127, 130, 209, 235, 266, 676.
 Астбери В. Т.—482.
 Афанасий—155.
 Ашока—123.
 Бабёф Ф.—552.
 Байи Ж. С.—298.
 Байрон, лорд—552, 554.
 Бакунин М.—579.
 Бальзак О.—556.
 Бальмер Дж. Дж.—404.
 Бармекиды—162.
 Барроу И.—264.
 Бартоломей Англичанин—182.
 Батлер С.—118, 566.
 Бастиа Ф.—553.
 Баттерфилд Г.—203, 227.
 Бауэр Г.—212.
 Бэббедж Ч.—306, 423.
 Беверидж, лорд—592.
 Беда Достопочтенный—174, 176.
 Бейль Р.—551.
 Беккерель А.—402.
 Белл Ч.—366.
 Белон П.—212.
 Бенедетти—234.
 Бентам И.—304, 332, 553.
 Бентам С.—332.
 Бентли Р.—268.
 Бергер Г.—501.
 Бергсон А.—318, 567, 570.
 Берд Ч.—7.
 Беркли Дж.—287, 582, 616.
 Берк Э.—552.
 Бернар К.—365, 467, 483.
 Бернхэм Дж.—600 и далее.
 Бернштейн Э.—575.
 Бернс Р.—552.
 Бертолле Ш. Л.—349.
 Берцелиус И.—350.
 Бессемер Г.—313, 334, 390.
 Бете Г. А.—414.
 Бетсон У.—507.
 Бехер И.—345.
 Бирингуччо—212.
 Бисмарк—580.
 Биша К. С.—362.
 Блохинцев Д. И.—418.
 Блейк У.—552, 554.
 Блэк Дж.—192, 289, 294, 324 и далее, 327, 347 и далее, 359, 683.
 Блэккетт П. М. С.—416.
 Боден Дж.—547.
 Бозе Ж. Ч.—419.
 Бойд-Орр, лорд—467.
 Бойль Р.—127, 247, 249, 253 и далее, 255, 259, 260, 323, 344, 346, 348, 655, 680.
 Боккаччо Дж.—209.
 Болтон М.—294, 305, 325, 327.
 Бом Д.—418.
 Бомон У.—500.

* Жирным шрифтом напечатаны основные ссылки.

- Боне-Мори П.—498.
Бор Н.—398, 404 и далее, 409, 410, 418, 427, 455.
Борджиа Цезарь—216.
Борелли Дж. А.—261, 262, 264, 464.
Боуден Ф. Ч.—487.
Бозций—124, 137, 170.
Браге Т.—128, 229, 230, 234, 241.
Брама Дж.—305, 330.
Брамагупта—157.
Бресслер С. Э.—483.
Бройль Л., де—410, 411, 418, 424, 455.
Брунеллески Ф.—213.
Бруно Дж.—118, 223, 230, 236, 243.
Брэгг У. Г.—398, 404, 405 и далее.
Брэгг Л. Б.—398, 404, 405 и далее, 427.
Брей Ф.—555.
Брюнель И. К.—305
Брюнель М.—331.
Бугенвилль Л. А., де—291.
Будда Г.—102, 105, 533.
Бургав Г.—285.
Буридан Ж.—179, 180.
Бутс Ч.—573, 602
Бутлеров А. М.—632.
Бухнер Э.—363, 473.
Бухтал Ф.—501.
Буш В.—445.
Бэйрд Ж.—421.
Бэкон Р.—16, 35, 179 и далее, 182, 184, 188, 192, 227, 241, 243, 250.
Бэкон Ф.—16, 35, 122, 178, 229, 240—242, 243, 245, 246, 247, 250, 287, 293, 309, 322, 546, 551, 687.
Бэр Э., фон—362.
Бюффон Ж. Л., де—303, 357.
Вавилов С. И.—260, 525, 632.
Ван-Гельмонт И. Б.—57, 179, 229, 240, 285, 346, 367.
Вант-Гофф Дж. Г.—352.
Вебер М.—601.
Веблен Т. Б.—407, 570, 601.
Веббы С. и Б.—573, 574, 575, 621.
Веджвуд Дж.—293.
Везалий А.—9, 130, 212, 215, 239.
Вейсман А.—506.
Вёлер Ф.—351, 482 и далее, 484.
Веллингтон, герцог—298.
Вернадский В. И.—490.
Вернер А.—359.
Вергилий—134.
Веспуччи А.—212, 221.
Вестермарк Э. А.—565.
Вивес Л.—608.
Вьет Ф.—229, 235.
Вижье Ж. П.—418.
Вико Д.—134, 303, 551 и далее.
Вильгельм Оранский—246.
Вильморен Л. Л., де—506.
Винер Н.—422, 423 и далее.
Винчи Леонардо да — см. Леонардо да Винчи.
Винцет де Бовэ—182, 241.
Вирахамишра—157.
Виссарион, кардинал—222.
Витгенштейн Л.—614—616.
Витело—180, 256.
Витт Корнелий, де—548.
Вольта А.—298, 338.
Вольтер Ф. М. А.—269, 287, 302, 551.
Вэвелл У.—19.
Гаак Т.—248.
Гаддон А.—565.
Гайндман Г. М.—573.
Гален—131 и далее, 215, 218, 230, 239, 255, 355, 362, 365, 464.
Галилей Г.—9, 32, 37, 108, 116, 118, 128, 154, 178, 179, 206, 233, 234, 232—237, 239, 242, 243, 246, 248, 255, 258, 262 и далее, 264, 311, 317, 322, 371, 398, 455 530, 562, 676.
Галл Ф. Дж.—362.
Галлей Э.—262, 264, 266, 267, 547.
Гальвани Л.—298, 338, 466.
Гальтон Ф.—401, 566 и далее, 602.
Гама, Васко да—220.
Гамильтон, леди—338.
Гамильтон У.—401.
Гаммонд Дж. Л. и Б.—574.
Гамов Г.—414.
Ган О.—414.
Гарвей Г.—238.
Гарвей У.—33, 110, 206, 214, 215, 224, 229, 239 и далее, 255, 258, 269, 661.
Гарден—477.
Гарди К.—573, 601.
Гаррисон Дж.—263.
Гаррисон Р. Дж.—497.
Гарун-аль-Рашид—162.
Гаскелл, г-жа—554.
Гассенди П.—108, 229, 248, 255.
Гаусс Ч. Ф.—339.
Гаутама—см. Будда.
Гаяи Р. Ж.—299, 350.
Гегель Г. В. Ф.—107, 303, 348, 552, 557.
Геддс П.—284.
Гейгер Г.—404.
Гейзенберг В.—410, 411, 418, 455.
Гейлс С.—286, 346.
Гей-Люссак Л. Ж.—299, 351.
Геккель Э. Г.—378.
Гексли Г.—307, 309, 688.
Гельмгольц Г. Л. Ф., фон—310, 328.
Генри Дж.—339.
Генрих Мореплаватель—219.
Георг II—308.
Георг III—337.
Гераклит—101, 102, 106, 310, 417.
Гераклит Понтийский—105, 128.
Герберт—180.
Гердер И.—361.
Герике О., фон—229, 259 и далее, 323, 335.
Геро—130.
Геродот—542.
Герофил Халкедонский—131.
Герсон Леви, бен—180, 220 и далее.
Герхардт Ч. Ф.—351.
Герц Г.—341, 419.
Гесиод—97.
Геснер Ч.—212.
Гете И. В., фон—361, 557.
Геттон—294, 359.
Гиббон Э.—153, 564.
Гиббс Дж. У.—329, 400.
Гильберт Д.—608.
Гильберт У.—188, 224, 229, 237, 238, 267, 335 и далее, 412.
Гипатия—136, 154.

- Гиппарх—100, 128.
 Гиппий Элийский—109.
 Гиппократ Хиосский—109.
 Гиппократ Косский—109.
 Гнцет—128.
 Гоббс Т.—248, 547, 548.
 Гобхауз Л. Т.—574, 601.
 Годвин У.—302, 552.
 Годскин Г.—556, 608.
 Гольбах П. Д.—551.
 Гольдшмидт В. М.—490.
 Гольтфретер И.—496.
 Гомер—96, 660.
 Го Мо-жо—643.
 Гонкур В., де—183.
 Гопкинс Г.—461, 474, 478.
 Госсе Ф. Г.—371.
 Госсе Э.—371.
 Граунт Дж.—547.
 Григорий Турский—137.
 Гримальди Ф. М.—257.
 Грин Дж. Р.—567.
 Гроссетест Р.—180, 182, 192, 195, 676.
 Гроций Г., де—547.
 Грэй Дж.—555.
 Грэй С.—335 и далее.
 Грей Уолтер У.—502, 503.
 Грэхем Дж.—338.
 Грэшем Т.—229.
 Грю Н.—261.
 Гудсмит С. А.—409.
 Гук Р.—206, 247, 248, 250, 253, 254 и далее, 258, 259, 260, 262, 263, 264, 269, 344.
 Гунстман—333.
 Гус Я.—175.
 Гюйгенс Х.—206, 246, 247, 258, 262, 263, 264, 323, 341, 350, 410.

 Давэн С. У.—364.
 Дадли Г. У.—502.
 Даламбер Ж. Л. Р.—286, 292.
 Дальтон Дж.—108, 295, 349 и далее, 401, 680, 683.
 Дамиан Дж.—433.
 Дампир У.—291.
 Данте—182, 544.
 Данхэм Б.—614 и далее.
 Дарвин Ч.—11, 24, 33, 37, 266, 268, 281, 303, 311 и далее, 321, 360 и далее, 366, 371 и далее, 495, 503, 505, 512, 514, 524, 562, 566, 657.
 Дарвин Ч. Г.—519.
 Дарвин, Э., д-р—294, 303, 358 и далее, 360.
 Дедал—79.
 Дейл Г. Г.—502.
 Декарт Р.—9, 122, 206, 229, 240, 241, 242—244, 250, 255, 256, 257, 261, 262, 264, 266, 267, 287, 295, 390, 498, 551, 661.
 Де-Ко—322.
 Демокрит—106, 107 и далее, 124, 127, 209, 253, 255, 371, 542.
 Дерби А.—285, 290, 333.
 Джабир (Гебер)—166.
 Джевонс У. С.—568, 569 и далее.
 Джемс Г.—570.
 Джемс У.—318, 452, 570.
 Дженнер Э.—364 и далее, 481.

 Джермер Л.—424.
 Джефферсон Т.—294.
 Джинс—408.
 Джонсон С.—253.
 Джордж Г.—579.
 Джоуль Дж.—328 и далее.
 Дефо Д.—227.
 Ди Дж.—229.
 Дидро Д.—292, 551.
 Дизель Р.—331, 432.
 Дизраэли Б.—554.
 Дикинсон Г. У.—330.
 Диккенс Ч.—554.
 Дингл Г.—17, 18.
 Дионисий Сиракузский—114, 117.
 Диофант—128, 163.
 Дирак П. А. М.—344, 410, 413, 418.
 Дитрих из Фрейбурга—180, 192, 256.
 Докучаев В. В.—469.
 Доллонд Дж.—257.
 Домагк Дж.—492.
 Доминик—175.
 Домье А.—556.
 Дреббель К.—227.
 Дрейфус А.—378.
 Дриш Г.—496.
 Дьюи Дж.—570, 601—614.
 Дэви Г.—299, 300 и далее, 308, 338, 340, 350, 676.
 Дэвиссон Ч. Дж.—424.
 Дэй Т.—293.
 Дюма Ж. Б.—351.
 Дюпон—668.
 Дюрер А.—220.
 Дюринг Е.—579.
 Дюфэй Ч. Ф.—336.

 Евдокс—108, 109, 127, 128, 266.
 Евтихий Александрийский—156.
 Екатерина II—292, 294, 298.
 Елвием—477.

 Жане П.—613.
 Жар Г.—294, 331.
 Жерар из Кремоны—180.
 Жуковский В. А.—632.

 Зенон—106, 107, 119.
 Зозим Панополийский—131.
 Зороастр (Заратуштра)—149, 159, 533.

 Ибн-аль-Хайтман—см. Альгазен.
 Ибн-Рошд—см. Аверроэс.
 Ибн-Сина—см. Авиценна.
 Ибн-Хальдун—162, 167, 544.
 Иеремия—102.
 Иисус Христос—152, 154, 159, 533.
 Имхотеп—79.
 Иов—102.
 Иов из Эдессы—157.
 Иогансен В. Л.—506.

 Кавендиш Г.—337, 346, 412.
 Кальвин Ж.—545, 546.
 Камерарий Р. Ж.—357.
 Кампанелла—236.
 Каниццаро С.—351.
 Кант И.—302, 557.
 Кардано Дж.—235.
 Карлейль А.—338.

- Карлейль Т.—554.
 Карнап Р.—614.
 Карно Л.—310, 328.
 Карно С.—298, 310, 327, 331.
 Картрайт Э.—290.
 Касперсен Т.—483.
 Катон Старший—133.
 Карл Великий—170, 171.
 Карл I—547.
 Карл II—245, 247.
 Карл V—215.
 Кебль Ж.—312.
 Кейнс М.—569, 598—599.
 Кекуле Ф. А.—352, 426.
 Кёлер В.—503.
 Кельвин, лорд (Томпсон У.)—306, 313, 328, 329, 676.
 Кенэ Ф.—550.
 Кеплер И.—104, 116, 127, 128, 206, 229, 230 и далее, 235, 237, 239, 262, 263, 264, 266, 405, 496.
 Клапейрон Б. П. Э.—328.
 Клаузиус Р.—400.
 Клейст Э. Г., фон—336.
 Клингенштерн С.—257.
 Кодуэлл К.—459.
 Козамби Д. Д.—24.
 Кокрофт Дж.—412 и далее.
 Кольбер, маркиз де—246, 249.
 Колумб Х.—220 и далее.
 Коменский Я. А.—247, 271, 608.
 Кондорсе, маркиз де—298.
 Константин—153.
 Конт О.—311, 565.
 Конфуций—102, 116, 149, 533, 539.
 Коперник—9, 33, 109, 128, 130, 206, 212, 214, 222 и далее, 229, 230, 231, 233, 239, 255, 262, 267, 317, 371, 407, 496, 511, 661.
 Корнфорд Ф. М.—113.
 Корт Г.—291, 333.
 Косминский Е. А.—631.
 Коссель В.—427.
 Кох Р.—258, 364.
 Критий—113.
 Кромвель О.—245, 264.
 Кромптон С.—290.
 Кропоткин П. А.—566.
 Крукс У.—400.
 Кузанский Николай—180, 181.
 Кук Дж.—291, 478.
 Куллен У.—347.
 Кулон Ш. А.—337 и далее.
 Кушман Р. Э.—447.
 Кьеркегор С. А.—616.
 Кэйли А.—433.
 Кюри М.—398, 402, 476.
 Кюри П.—398, 402, 476.
 Кюри Ф., Жолио—414, 443, 448.
 Лавуазье А. Л.—260, 295, 296 и далее, 298, 321, 327, 347, 348 и далее, 350, 366, 402.
 Лагранж Ж. Л.—286, 401.
 Лайель Ш.—360.
 Ламарк Дж. Б.—358.
 Ландштейнер К.—481.
 Лао-цзы—102, 112, 533.
 Лаперуз Ж. Ф., де Г.—291.
 Лаплас П. С.—102, 267, 286, 379.
 Лассаль Ф.—580.
 Лауэ М., фон—404, 405.
 Ли Д. Э.—497.
 Леб Ж.—496.
 Ле Бель А. Ш.—352.
 Леблан Н.—349.
 Левенгук А., ван—258, 364.
 Левкипп—106.
 Лейбниц Г. В., фон—266, 286, 287, 547.
 Леметр—417.
 Ленгли С. П.—433.
 Ленгмюр И.—399, 427.
 Ленин В. И.—409, 579, 582 и далее, 598, 599, 619, 633, 643 и далее.
 Лёнуар Ж. Ж. Э.—432.
 Леонардо да Винчи—9, 178, 212, 213, 214 и далее, 221, 235, 433, 676.
 Либих Ю., фон—307, 308, 350 и далее, 354, 363, 367, 473.
 Лилберн Дж.—547.
 Лилиенталь Д. Э.—433.
 Линкольн А.—603.
 Линней К.—287, 348, 357, 358, 632.
 Липпершей Г.—192, 232.
 Листер, лорд—364.
 Лодж О.—419.
 Лодыгин А. Н.—343, 626.
 Локк Дж.—269, 287, 302, 548, 552, 685.
 Ломб Т.—290.
 Ломоносов М. В.—286, 347, 661—662.
 Лоран А.—351.
 Лоуренс Э. О.—413.
 Лоуэс Дж.—367.
 Лугальзаггизи—82.
 Лукреций—35, 107, 133, 256.
 Луллий Р. Р.—179, 191, 218, 230.
 Льюис Дж. Н.—427.
 Лысенко Т. Д.—510, 515, 624.
 Людовик XIV—246.
 Лютер М.—219, 545, 546.
 Мага М.—498.
 Магеллан Ф.—212, 221.
 Магнус Г.—434.
 Мажанди Ф.—366.
 Мазарини, кардинал—248, 249.
 Мазаччо—213.
 Майер Р.—328 и далее.
 Майкельсон А.—407.
 Макадам Ж. Л.—305.
 Макаренко А. С.—632, 636.
 Макгонайл Дж. Ч. М.—467.
 Макдональд Дж. Р.—575.
 Макиавелли Н.—546.
 Маколей Т.—564.
 Максвелл Кларк—255, 281, 316 и далее, 329, 330, 341 и далее, 343, 400, 401, 406, 419.
 Мальпиги М.—239, 258.
 Мальтус Т. Р.—302, 360, 367 и далее, 518, 553.
 Малюс Э. Л.—299.
 Мангольд О.—496.
 Мандевиль Б.—548.
 Мандельштам Л.—426.
 Мани—159.
 Мансон П.—464.
 Мантенья—213.
 Мао Цзэ-дун—643 и далее.
 Марк Аврелий—133.
 Марк Г.—482.

- Маркони М. Дж.—419.
 Маркс Карл—35, 102, 107, 112, 292, 303, 304, 309, 311, 348, 378, 528, 535, 542, 549, 553, **557—562**, 568, 573, **575—579**, 580 и далее, 581, 582, 585, 597 и далее, 614, 617 и далее, 638, 643, 645, 686.
 Марр Ю. Н.—633 и далее.
 Марсден Э.—404.
 Мартин А. Дж. П.—465.
 Мартино А.—565.
 Мах Э.—318, 329, 401, 409, 565, 571, 582, 603.
 Махавира—533.
 Махмуд из Газни—162.
 Мейкхлехэм Р. С.—324.
 Мельвиль А. В.—438.
 Менахмос—127.
 Менгер К.—568, 571.
 Менделеев Д. И.—317, 379, 405, 632.
 Мендель Г.—495, **507**.
 Мердок У.—294, 330.
 Меркатор Г.—229.
 Мерсенн М.—229, 248.
 Месмер Ф. А.—362.
 Мечников Е.—626.
 Миклухо-Маклай Н. Н.—565.
 Милль Дж.—553.
 Милль Дж. С.—304, 311, 565, 568, 685.
 Миллер С. Л.—475.
 Мильеран —580.
 Митчелл Дж.—337.
 Митчерлих Э.—350.
 Мичурин И. В.—**510**.
 Мишле Ж.—552.
 Моберли У.—447.
 Модсли Г.—305, 330, 332.
 Мозли Г.—404.
 Мойсей—83.
 Молешотт Ж.—366.
 Мольер Ж. Б. П., де—122.
 Монж Ж.—298, 331.
 Монмор А., де—248.
 Моно Ж.—443.
 Монтень—546.
 Монтескье—550.
 Монье—437.
 Мопертюи П. Л. М., де—286, 410.
 Мор Т.—546.
 Морен Ж.—324.
 Морган Л. Г.—565, 577.
 Морган Т. Х.—495, **507**.
 Морзе С. Ф. Б.—305.
 Морлей Дж.—407.
 Моро Л.—216.
 Моррис У.—312, 562, 573.
 Моррисон Г.—601.
 Муза, братья—162.
 Мухаммед—159, 533.
 Мушенбрек П., ван—336.
 Мэтьюс Ф. П.—596.
 Мюллер Г. Дж.—506.
 Мэйо Дж.—190, **260**, 344, 345.
 Наполеон—102, 298, **299**, 349, 552, 553.
 Насмит Дж.—331, 332.
 Неддермейер С. Г.—413.
 Нейльсон Дж. Б.—334.
 Неморарий Ю.—190.
 Непер—235.
 Нерон—133.
 Нестор—156.
 Неф Дж. У.—444.
 Нидхэм Дж.—184, 188, 500.
 Никольсон У.—338.
 Ницше Ф. В.—567, 570.
 Норман Р.—188, **237** и далее, 335, 655.
 Ньюкомен Т.—**323** и далее, 325, 327, 330.
 Ньютон И.—9, 11, 24, 32, 33, 37, 108, 116, 119, 127, 128, 180, 188, 189, 204, 230, 231, 237, 240, 247, 253, 254, 255, 256, **257** и далее, **260**, 262, **264—269**, 270, 272, 283, 286, 287, 302, 310, 317, 321, 334, 335, 339, 340, 341, 350, 398, 401, 404, 407, 408, 410, 411, 481, 495, 525, 530, 548, 566, 632, 661, 685.
 Окен Л.—307, 361.
 Оккам Уильям—175, 179.
 Ом Дж. С.—339.
 Опарин А. И.—490.
 Оппенгеймер Дж. Р.—443, 447.
 Орезм—179, 180, 181.
 Ориген—154.
 Оствальд В.—318, 329, 401.
 Отто Н. А.—331, 432.
 Оуэн Р.—309, **555** и далее.
 Павел—129, 154.
 Павлов И. П.—**499** и далее, 501, 502, 632, 647.
 Палисси Б.—219.
 Панкхерст С.—575.
 Папен Д.—247, 255, **260**, 323, 659.
 Парацельс—166, 179, 218 и далее, 240, 260, 315.
 Паре А.—215, 240.
 Парето В. Ф. Д.—570.
 Парменид—**106** и далее, 114, 115, 120.
 Парсонс Т.—602.
 Парсонс Ч.—326, 331.
 Паскаль Б.—254, 259.
 Пастер Л.—24, 28, 258, 281, 306, **351** и далее, **363—365**, 366, 367, 390, 467, 473, 480, 490, 492, 657, 683.
 Паулин из Нолы—137.
 Паулинг Л.—427.
 Пауэлл Ч. Ф.—416.
 Педро Жестокий—162.
 Пейреск Н.-К. Ф., де—248.
 Пепис С.—266.
 Перикл—100, 101, 108 и далее, 114, 680.
 Перкин У. Г.—352.
 Перрен Ж.—400, 404.
 Песталоцци Ж. А.—608.
 Петр Великий—236, 625.
 Петр Пилигрим—180 и далее, 184, 188, 335.
 Петрарка—209.
 Петти У.—249, 548.
 Пигафетта—212.
 Пий XII—371.
 Пикар Ж.—335.
 Пири Н. У.—487, 520.
 Пирсон К.—507, 602, 685.
 Пифагор—100, 101, 104 и далее, 107, 109, 110, 114, 115, 116, 678.
 Планк Макс—33, 398, **402**, 405.
 Платон—34, 35, 100, 101, 104, 105, 106,

- 107, 112, 113—117, 118, 120, 122, 124, 126, 127, 128, 133, 135, 147, 162, 209, 222, 239, 371, 503, 532, 536, 540, 542, 546, 582, 678.
- Плеханов Г. В.—582.
- Плиний—241.
- Плотин—116, 154.
- Плутарх—129.
- Ползунов И. И.—284.
- Поло Марко—219, 665.
- Польгаммер Ч.—284.
- Понселе Ж. В.—298, 331.
- Попов А. С.—419, 632.
- Поппер К. Р.—628.
- Пригожин И.—484.
- Пристли Дж.—294, 295 и далее, 297, 298, 321, 337, 346, 347 и далее, 349, 366, 683.
- Прометей—406.
- Протагор—101, 110, 112.
- Птолемей—128, 161, 164, 180, 191, 222, 239.
- Пуанкаре А.—402, 570.
- Пурбах Г., фон—219, 222.
- Пуше Ф. А.—363.
- Пэйн Т.—552.
- Рабле Ф.—210, 546 и далее.
- Разес (аль-Рази)—162, 163, 165, 166.
- Райт О.—433.
- Райт У.—433.
- Раман Ш. В.—426.
- Раме П.—118.
- Распе Р. Э.—287.
- Рассел Б. А. У.—570, 614—617.
- Рассел Г. Н.—408.
- Раунтри С.—573.
- Региомонтан—220, 222.
- Резерфорд—398, 402 и далее, 404 и далее, 411 и далее, 413.
- Рей Дж.—261.
- Рей Жан—345.
- Рен К.—249, 262, 264, 269.
- Ренни—305.
- Рено Э.—249.
- Ренодо Э.—248.
- Рентген К., фон—400, 401.
- Реомюр Р. А. Ф.—89, 285, 286, 333, 334.
- Рескин Дж.—312, 554.
- Рид У.—563.
- Риверс У. Г. Р.—565.
- Рикардо Д.—304, 553 и далее, 560, 568.
- Рихтер И. Б.—349.
- Роббинс Л.—569.
- Робук Дж.—289, 294, 325, 349.
- Розбери Т.—485.
- Розенберги Э. и Ю.—443.
- Рокфеллер Дж. Д.—668.
- Ронделе Г.—212.
- Росцеллин—179.
- Роша Б., де—432.
- Рудольф П.—231.
- Румфорд граф, фон—см. Томпсон Б.
- Руссо Ж. Ж.—298, 302, 550, 551, 608.
- Ручка Э.—424.
- Руэль Г. Ф.—296.
- Рэй Ж.—261.
- Саладин—162.
- Сангер Ф.—482.
- Санторио—261, 464.
- Саргон—82.
- Сартр Ж. П.—617.
- Сваммердам Ю.—258.
- Сван Дж. У.—343.
- Сведберг Т.—481.
- Свифт Дж.—250.
- Северий Себокт—157.
- Семенов Л. Ф.—438.
- Сенека—133.
- Сениор Н.—553.
- Сен-Симон Ф. М. Ш., граф де—556, 565.
- Сервантес М.—546.
- Сервет—243.
- Сиденхем Т.—262.
- Сименс, семейство—331.
- Сименс У.—313, 317, 334, 343.
- Сингх Р. Л. М.—466.
- Скобельцын Д.—416.
- Скот Дунс—177, 179, 243.
- Слоон Г.—287.
- Смайльс С.—311, 330.
- Смит Адам—294, 304, 548 и далее, 553, 560.
- Смит У.—359.
- Смитон Дж.—289, 325, 331.
- Смолл У.—294.
- Снеллиус У.—256.
- Содди Ф.—402.
- Сократ—100, 101, 112 и далее, 113, 115, 117, 122.
- Сольвей—354.
- Сорель Ж.—570.
- Спайзер Э. А.—74.
- Спалланцани Л.—500.
- Спенсер Г.—311, 565, 566.
- Спиноза Б., де—270, 547.
- Спрат Т.—21, 249, 252 и далее, 268.
- Сталин И. В.—593, 616 и далее, 626 и далее, 633 и далее, 634, 638.
- Стамп Л. Д.—520.
- Старлинг Э. Г.—479.
- Стевин С.—235.
- Стезибий—130.
- Стенли У. М.—487.
- Стерджен У.—339.
- Стефенсон Дж.—305, 326, 330.
- Стефенсон Р.—305.
- Стой Дж.—400.
- Стратон—125, 127.
- Стрэчи Дж.—599.
- Стуртевант С.—227 и далее, 659.
- Суинтон—421.
- Сун Ят-сен—641.
- Сэвери Т.—323 и далее.
- Сэй Ж. Б.—553.
- Табит ибн Кхурра—161.
- Тамерлан—162.
- Тартальян Н.—234, 235.
- Тауни Р. Г.—574, 601.
- Твэн Марк—570.
- Телезио Б.—242, 322.
- Тенар—299.
- Тертуллиан—135.
- Теофраст—65, 125.
- Тинберген Н.—503.
- Тиндаль Дж.—307, 688.
- Томас Г.—313, 334.
- Томпсон Б. (Румфорд)—300, 309, 327.
- Томсон Дж.—49, 67, 106.

- Томсон Дж. Дж.—26, 400, **401**, 402, 407, 419, 421.
 Томсон У.—см. Кельвин.
 Тойнби А.—288.
 Тойнби А. Дж.—36, 596, 600, 664.
 Торричелли Э.—119, 258, 322.
 Тосканелли—220.
 Тревитик Р.—305, 326, 331.
 Тубал-Каин—79.
 Тур К., де ла—363.
 Тэйлор Э. Б.—242, 322.
- Уайльд**—343.
 Уайтхэд А. Н.—295, 614.
 Уатт Дж.—191, 289, 290, 294, 305, **325** и далее, 327, 331, 349.
 Уиклиф Дж.—175.
 Уилкинс Дж.—248.
 Уилкинсон Дж.—293, 298.
 Уилкинсон У.—294.
 Уинстенли Дж.—547.
 Уитни Э.—332, 431.
 Уитворт Дж.—305, 332.
 Уитстон Ч.—305.
 Уленбек Г. Э.—409.
 Улуг Бек—162, 180.
 Уоллис Дж.—248.
 Уоллес А. Р.—361, 378.
 Уоллес Г.—574, 601.
 Уолрес М. Э. Л.—568.
 Уолтон Э. Т. С.—412 и далее.
 Уордсуорд У.—552.
 Уотсон Дж. Б.—503, 614.
 Уотсон-Уатт Р. А.—421 и далее.
 Урукагина—82.
 Уффенбах К., фон—383.
 Уэллс Г.—378, 567, 574.
- Фалес**—100, 101, **102** и далее.
 Фарадей М.—24, 255, 281, 300, 308, 314, 317, 340 и далее, 343, 350, 378, 400, 401, 411, 661.
 Фаррингтон Б.—242.
 Фауст—210.
 Фейербах Л.—557 и далее.
 Фелл Г. Б.—497.
 Фемистокл—108.
 Ферма П., де—229, 266, 410.
 Ферми Э.—414.
 Фернель Ж.—164, 215, 221, 484.
 Фесенков В. Г.—417.
 Фибоначчи Л.—180, 194.
 Филипп Македонский—122.
 Филолай—110, 121.
 Филопон И.—154, 234.
 Фишер Г. А. Л.—564.
 Фишер Р. А.—512.
 Фишер Э.—355.
 Флеминг А.—492.
 Флори Г.—492.
 Фома Аквинский—175, 177, **178** и далее, 179, 182, 544, 549, 618.
 Форд Г.—16, 432.
 Форест Л., де—419.
 Франклин В.—287, **293** и далее, 295, **336** и далее, 347, 550, 570.
 Франциск Ассизский—175.
 Франциск I—207, 215, 216.
 Франческа П., делла—213.
 Фрезер Дж. Ч.—565.
- Фрейд З.—571, 611 и далее.
 Фрейсинне, де—437.
 Френель А.—299, 341.
 Френкель Дж.—418.
 Фридрих II —285, 298.
 Фриз А., де—507.
 Фризиус Дж.—229.
 Фроуд Дж. А.—564.
 Фукидид—111.
 Фурнейрон Б.—331.
 Фурье Ш.—556.
- Хаммурапи**—67, 68.
 Хантер Дж.—498.
 Харгрэвс Дж.—290.
 Харди Дж. Х.—20.
 Хармидес—113.
 Хауксби—335.
 Хван Ти—123.
 Хиеро П.—129.
 Хилл А. В.—518.
 Хилл Т.—609.
 Ходжкин Д. М. Ч.—501.
 Хозров—154.
 Холдейн Дж. Б. С.—490, 499, 512.
 Холдейн Дж. С.—499.
 Хорнблоуэр Дж.—326.
- Цвет М. С.**—466.
 Цицерон—127, 133.
- Чедвик Э.**—413.
 Чейн Э. Б.—492.
 Чосер Дж.—181.
- Шарко Ж. М.**—611.
 Шарль Ж. А. К.—299.
 Шателье А., де—329.
 Шванн Т.—362.
 Шееле Ш.—295, 347, 349.
 Шекспир В.—501, 546.
 Шелли П. Б.—552, 554.
 Шеллинг Ф.—361, 557.
 Шельберн, лорд—295.
 Шлейден М.—362.
 Шоу Г. Б.—574, 575.
 Шпеман Х.—496.
 Шпенглер О.—36, 596, 664.
 Шредингер Э.—410.
 Шталь Г. Э.—345.
 Штрассман Ф.—414.
- Эвелин Дж.**—262.
 Эвклид—100, **104**, 109, 127, 176, 266, 406, 547.
 Эддингтон А.—408, 685.
 Эджворт Р. Л.—293.
 Эдисон Т. А.—313, 314, 317, 343, **419** и далее, 654, 617.
 Эдриан—501.
 Эйлер Л.—286.
 Эйнштейн А.—17, 33, 344, 398, 401, **402** и далее, **406** и далее, 408, 410 и далее, 418, 455, 504, 617.
 Экфант—128.
 Элиот Дж.—554, 565.
 Эмпедокл—101, **103**, 111 и далее.
 Энгельс Ф.—288, 378, 476, 528, 557, **558** и далее, 562, 565, 573, **577** и далее, **580** и далее, 585, 617 и далее, 645, 646.

Эпикур—108, 256, 542.
Эпплтон—419.
Эразистрат—131.
Эратосфен Киренейский—129.
Эригена—174, 176, 295.
Эрлих П.—355.
Эрстед Г. Ч.—28, 305, 339, 340, 343.
Эспи Дж. П.—430.
Эхнатон—84.

Юкава Г.—409, 413.
Юм Д.—269, 287, 294, 548, 551, 685.
Юнг Дж. З.—502.
Юнг Т.—341.
Юнг Ч. Г.—612.
Юстиниан—116, 134, 154, 155, 157.
Яноши—418.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Предисловие автора к русскому изданию	3
От автора	5
Замечания автора о структуре книги	6
Предисловие	7

Ча с т ь I

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАУКИ

<i>Глава 1. Введение</i>	15
1.1. Наука как институт	18
1.2. Методы науки	21
1.3. Накопление научных традиций	26
1.4. Наука и средства производства	29
1.5. Естественные науки как источник общих идей	33
1.6. Взаимодействие науки и общества	36

Ча с т ь II

НАУКА В ДРЕВНЕМ МИРЕ

<i>Введение</i>	41
<i>Глава 2. Ранние человеческие общества. Древнекаменный век</i> . . .	43
2.1. Происхождение общества	43
2.2. Материальная основа первобытного общества	44
2.3. Социальная основа жизни первобытного общества	47
2.4. Происхождение рациональной науки	50
2.5. Преобразования в окружающей среде	52
2.6. Общественные организации и идеи	55
2.7. Достижения первобытного человека	57
<i>Глава 3. Земледелие и цивилизация</i>	59
3.1. Переход к производительной экономике	59
3.2. Цивилизация	63
3.3. Техника цивилизации	68
3.4. Происхождение количественной науки	72
3.5. Классовые корни ранней науки	79
3.6. Успехи и неудачи первых цивилизаций	81
3.7. Распространение цивилизации	84
3.8. Наследство ранней цивилизации	87
<i>Глава 4. Железный век. Классическая культура</i>	88
4.1. Происхождение культур железного века	88
4.2. Города железного века	91
4.3. Финикияне и иудеи	94
4.4. Греки	95
4.5. Первый этап греческой науки	100
4.6. Успехи Афин	111

4.7. Империя Александра	122
4.8. Рим и упадок классической науки	132
4.9. Наследство классического мира	137

Часть III

НАУКА В ЭПОХУ ВЕРЫ

<i>Введение</i>	147
Глава 5. Наука в период перехода к феодализму	149
5.1. Развитие цивилизации после падения Римской империи	149
5.2. Эпоха веры	151
5.3. Догма и наука	154
5.4. Реакция на эллинизм	156
5.5. Мухаммед (Магомет) и возвышение ислама	158
5.6. Наука ислама	161
5.7. Упадок культуры ислама	167
Глава 6. Средневековая наука и техника	170
6.1. Раннее средневековье в Западной Европе	170
6.2. Феодальная система	171
6.3. Церковь и средние века	174
6.4. Схоласты и университеты	176
6.5. Средневековая наука	179
6.6. Преобразование средневековой экономики под влиянием новых технических приемов	183
6.7. Развитие экономики периода позднего средневековья	193
6.8. Достижения периода средних веков	195

Часть IV

РОЖДЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

<i>Введение</i>	203
Глава 7. Научная революция	207
7.1. Первая фаза—Возрождение (1440—1540)	207
7.2. Искусство, природа и медицина	212
7.3. Навигация и астрономия	219
7.4. Вторая фаза—наука в период первой буржуазной революции 1540—1650 годов	224
7.5. Обоснование солнечной системы	230
7.6. Новая философия	240
7.7. Третья фаза—наука достигает зрелости (1650—1690)	245
7.8. Создание новой картины мира	255
7.9. Небесная механика. Синтез Ньютона	262
7.10. Обзор изложенного. Капитализм и рождение современной науки	269

Часть V

НАУКА И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

<i>Введение</i>	279
Глава 8. Предпосылки и последствия промышленной революции	283
8.1. Период затишья первой половины XVIII века (1690—1760)	283
8.2. Наука и революция (1760—1830)	288
8.3. Французская революция и ее влияние на науку	298
8.4. Характер науки в эпоху промышленной революции	301
8.5. Наука в середине XIX века (1830—1870)	303

8.6. Успехи науки в XIX веке	309
8.7. Конец XIX века (1870—1895)	312
8.8. Наука в конце XIX века	316
Глава 9. Развитие отдельных отраслей науки в XVIII и XIX веках . .	320
9.1. Теплота и энергия	322
9.2. Машиностроение и металлургия	330
9.3. Электричество и магнетизм	334
9.4. Химия	344
9.5. Биология	355
9.6. Обзор изложенного	368

Часть VI

НАУКА В НАШЕ ВРЕМЯ

<i>Введение. Обстановка в двадцатом веке. Революция в науке и обществе</i>	383
Глава 10. Физические науки в XX веке	397
Введение	397
10. 1. Электрон и атом	400
10. 2. Теоретическая физика	406
10. 3. Ядерная физика	411
10. 4. Электроника	418
10. 5. Физика и структура материи	426
10. 6. Техника XX века Машиностроение	430
10. 7. Химическая промышленность	437
10. 8. Естественные ресурсы	440
10. 9. Война и наука	441
10.10 Будущее физических наук	450
10.11. Наука и идеи в переходный период	455
Глава 11. Биологические науки в XX веке	461
Введение	461
11. 1. Ответ биологии на влияние общества	467
11. 2. Биохимия	473
11. 3. Микробиология	485
11. 4. Биохимия в медицине	490
11. 5. Структура и развитие организмов: цитология и эмбриология	495
11. 6. Организм как целое и его механизмы управления	498
11. 7. Наследственность и эволюция	504
11. 8. Организмы и их среда. Экология	513
11. 9. Будущее биологии	523
Глава 12. Общественные науки в истории	528
Введение	528
12.1. Область общественных наук и их характер.	529
12.2. История общественных наук	538
12.3 Общественная наука в век феодализма	543
12.4. Общественная наука и рождение капитализма	545
12.5. Просвещение и революция	548
12.6. Утилитаризм и либеральные реформы	553
12.7. Марксизм и наука об обществе	557
12.8. Академические общественные науки в конце XIX и начале XX века	563
12.9. Развитие марксизма в XIX и начале XX века	575

Глава 13. Общественные науки после первой мировой войны . . .	584
Введение	584
13.1. Общий характер общественной мысли в XX веке	590
13.2. Общественные науки в мире капитализма	597
13.3. Применение общественной науки	601
13.4. Педагогика	607
13.5. Идеологическая основа	611
13.6. Общественные науки в мире социализма	618
13.7. К новой науке об обществе	629
13.8. Народные демократии	639
13.9. Будущее общественных наук	645

Часть VII

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Глава 14. Наука и история	653
Введение	653
14.1. Наука и общественные силы	653
14.2. Взаимодействие научного, технического и экономического развития	658
14.3. Путь научного прогресса	663
14.4. Наука в классовом обществе	666
14.5. Наука в мире наших дней	669
14.6. Прогресс науки	679
14.7. Созерцание и действие	683
14.8. Организация и свобода науки	686
14.9. Миру необходима наука	692
Библиография	700
Предметный указатель,	714
Именной указатель	724

Дж. Бернал
НАУКА
В ИСТОРИИ ОБЩЕСТВА

Редактор *Ф. Н. ГРЕЦКИЙ*
Художник *Е. Казаков*
Технический редактор *М. А. Белёва*

Сдано в производство 19/VI 1956 г.
Подписано к печати 1/X 1956 г.
Бумага 70×108¹/₁₆=23,1 бум. л.
63,4 печ. л. в т/ч 3 вкл.
Уч.-изд. л. 65,9. Изд. № 9/2792
Цена 40 р. Заказ № 411.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва, Ново-Алексеевская, 52.

16-я типография Главполиграфпрома
Министерства культуры СССР.
Москва, Трехпрудный пер., 9.

О П Е Ч А Т К И

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
20	4 сверху	это разрушение	это ее разрушение
21	20 »	истоки, ее	ее истоки,
65	26 »	искусстве не	искусственно
99	23—24 снизу	В настоящее время архи- тектура является	Тогда архитектура явля- лась
104	17 снизу	компаса	циркуля
113	11 сверху	403 году н. э.	403 году до н. э.
121	22 »	дома	долга
129	9 »	Питсу	Пифею
135	22 снизу	в мистицизму	к мистицизму
136	2 сверху	Амброзий	Амвросий
151	1—2 снизу	монастырских поместьях	монастырские поместья
157	26 снизу	и к	и
247	26 »	накаливания	накачивания
254	19 сверху	газовые законы	газовых законах
354	28 »	Штассфурта	Страссфурта
389	15 снизу	тодержание	содержание
400	19 »	1896 году	1876 году
466	6 сверху	Синдж	Сингх
479	3 снизу	элементов	элементом

40 руб.

Дж. Бернал

НАУКА
В ИСТОРИИ
ОБЩЕСТВА