

Б. А. Старостин

ПАРАМЕТРЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

Б. А. Старостин

ПАРАМЕТРЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва, 1980

Книга посвящена актуальной проблеме исследования науки — вопросу о ее параметрической структуре и возможностях синтеза системного и исторического подходов к ее анализу. Прослеживается эволюция структурных состояний в истории науки с древнейших времен вплоть до современной НТР. Рассмотрены социально-экономические, культурно-исторические и другие факторы развития науки. Предпринята попытка применения параметрического подхода к описанию основных системных характеристик науки.

Ответственный редактор
доктор философских наук
В. Н. САДОВСКИЙ

ВВЕДЕНИЕ

Комплексные и программно-целевые методы, значение которых для управления наукой, ее планирования и координации с другими сферами деятельности в настоящее время невозможно отрицать, представляют собой необходимое условие также и для исследования науки в ее развитии и функционировании как производительной силы общества. Здесь все более рельефно выступает первостепенное значение социально-экономических и культурно-исторических факторов для научного прогресса. Во многих случаях они входят как неотъемлемый момент в систему свойств науки и не могут рассматриваться как нечто просто внешнее для этой системы. Если мы сегодня не в состоянии произвести исчерпывающий анализ всего комплекса свойств и факторов развития науки, то можем по крайней мере в каких-то отношениях подготовить материал для такого анализа в плане описания науки как системы, служащего одной из предпосылок сознательного и эффективного использования науки с учетом исторически выработавшихся свойств науки и форм ее системности.

В эпоху научно-технической революции системное рассмотрение становится особенно необходимым для активной и последовательной детерминации науки и использования всех ее возможностей, причем эта необходимость наиболее рельефно выступает в условиях планового хозяйства. Важность ускорения темпа развития науки, совершенствования форм управления наукой и ее применениями признана в основных государственных документах СССР и других социалистических стран. Статья 26 новой Конституции СССР гласит: «В соответствии с потребностями общества государство обеспечивает планомерное развитие науки и подготовку научных кадров, организует внедрение результатов научных исследований в народное

хозяйство и другие сферы жизни»¹. Определяя основы государственной политики в сфере науки, принципы, указы-ваемые в этой статье, предъявляют высокие требования к работам, обобщающим опыт исторического развития науки и выявляющим условия ее наилучшего функционирования.

Исследования в данном направлении имеют в СССР богатую традицию. Известно, сколь большое значение придавалось проблемам организации науки руководителями Советского государства уже с первых месяцев его существования [12, 155, 181]. В 1918—1921 гг. столь важные для складывания системы советской науки меры, как начало финансирования работ Академии наук по изучению природных ресурсов², учреждение большого числа новых университетов³, создание Института красной профессуры, Центральной комиссии по улучшению быта ученых, Социалистической академии общественных наук и Бюро иностранной науки и техники, формирование сети ведомственных и отраслевых исследовательских институтов и лабораторий, были в значительной мере подготовлены напряженным поиском новых форм мобилизации науки, в котором активное участие приняли В. И. Вернадский, Н. К. Кольцов, П. Н. Лебедев, С. Ф. Ольденбург, М. Н. Покровский, К. А. Тимирязев, А. Е. Ферсман и другие крупнейшие деятели отечественной науки. В их трудах рассмотрены в описательном и нормативном планах важнейшие факторы развития науки и ее параметры: численность персонала по различным дисциплинам в сравнении с зарубежными странами (см., например, работу П. И. Вальдена «О творческой силе русских химиков» [41, ч. 1, с. 76—91]); финансирование науки⁴; соотношение между основным центром науки (академией) и наукой на местах [45], между на-

¹ Конституция (Основной Закон) Союза Советских Социалистических Республик. М., 1977, с. 13.

² Декреты Советской власти М., 1959, т. 2, с. 94.

³ Декреты Советской власти. М., 1968, т. 4, с. 311—312.

Важность этого параметра для развития советской науки была констатирована уже летом 1918 г., когда М. Н. Покровский, замнаркома просвещения, на заседании Государственной комиссии по просвещению сказал, что ученые «будут иметь повод убедиться, что народное правительство не жалеет средств на науку и искусство и затрачивает на них столько, сколько не затрачивало ни одно министерство» [12, с. 82].

укой в университетах, академии и ученых обществах; характеристики общественно-идеологического климата, в котором нуждается деятельность ученых [188].

Во многом опередили свое время статистические исследования свойств научной деятельности и научной продуктивности, выполненные С. О. Грузенбергом, И. С. Тайцлиным, Ю. А. Филипченко и другими учеными 20-х годов [см. 38, 152, 341]. В более поздний период существенные для марксистской интерпретации развития науки вопросы были раскрыты в работах Н. И. и С. И. Вавиловых, Б. М. Гессена, А. Ф. Иоффе, В. Л. Комарова, Г. М. Кржижановского, Ф. Н. Петрова, С. Г. Струмилина и других организаторов советской науки.

Среди нормативных исследований отметим сохранившие свое значение до настоящего времени анализы такого важного параметра, как соотношение фундаментальных и прикладных научных работ. Уже В. И. Вернадский [45, с. 149] установил, что фундаментальные исследования должны в своем развитии опережать прикладные, потому что «прикладные применения науки получатся просто и легко, когда в государстве будут созданы люди науки и научные организации, находящиеся во всеоружии знания» [см. также: 46].

В течение последующих десятилетий этот тезис получил уточнение и конкретизацию, поскольку речь шла уже о соотношении не просто фундаментального и прикладного в науке, а фундаментальной науки, прикладных исследований и опытно-конструкторских разработок, выросших в самостоятельную сферу применения науки. А. Н. Косыгин в речи на Всесоюзном совещании научных работников в 1961 г. отметил, что «для всестороннего развития материального производства темпы развития техники должны превосходить темпы роста производства, а наука должна развиваться быстрее, чем развивается техника»⁵.

Общая линия на оптимизацию соотношений между теоретической наукой, ее прикладными применениями и опытно-конструкторскими разработками, имеющая, таким образом, глубокие исторические корни в развитии отечественной науки, была подтверждена XXV съездом КПСС, выдвинувшим требование «создать условия, которые в полной мере способствовали бы скорейшему про-

⁵ Косыгин А. Н. Избранные речи и статьи. М., 1974, с. 102.

хождению новых идей по всей цепи — от изобретения до массового производства...»⁶. Л. И. Брежнев подчеркнул: «...полноводный поток научно-технического прогресса иссякнет, если его не будут постоянно питать фундаментальные исследования»⁷. На XXV съезде нашли отражение и такие параметры развития науки, как повышение роли Академии наук — главного штаба большой науки, совершенствование форм планирования и стимулирования, интеграция науки и производства⁸.

Начиная с 1940-х годов интерес к исследованиям параметров развития науки пробудился и на Западе, не в последнюю очередь с связи с запросами военной промышленности и с организацией таких центров, как Комитет по научным и промышленным исследованиям в Англии (1915 г.), Национальный исследовательский совет в США (1917 г.), Национальная служба исследований и изобретений во Франции (1919 г.). История и главные моменты становления этих организаций и проведенных ими изысканий освещены в коллективной монографии «Эволюция форм организации науки в развитых капиталистических странах», выпущенной в 1972 г. (под редакцией Д. М. Гвишиани и С. Р. Микулинского) Институтом истории естествознания и техники АН СССР.

Научно-техническая революция внесла ряд новых факторов, в том числе стремительный рост масштаба науки и ее роли в национальной экономике; информационный взрыв в физике, электронике, молекулярной биологии и многих других областях науки и техники; быстрое накопление фактических данных о наличии и темпах информационного взрыва; опережающий рост массива этих данных по сравнению с совершенствованием концептуального аппарата — все это привело к важным последствиям в области идей о развитии науки. Повсеместным стало признание роли государства в проведении исследований и разработок, хотя модусы «огосударствления» остались принципиально различными в социалистических и капиталистических странах.

Начиная с 30-х годов был предложен [297, 320, 328,

⁶ Брежнев Л. И. Отчет Центрального Комитета КПСС и очередные задачи партии в области внутренней и внешней политики. — В кн.: Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976, с. 48—49.

⁷ Там же, с. 48.

⁸ Там же.

352] ряд моделей науки, многие из которых в значительной мере под впечатлением бурного роста науки сводили к минимуму влияние на нее социальной среды и признавали лишь развитие науки под влиянием имманентных импульсов [227, 231, 250, 305, 342]. Наиболее острая критика этого имманентного истолкования развития науки была дана в работах материалистического направления (Дж. Бернал, Д. Стройк, Дж. Б. С. Холдейн и др.), сыгравших немалую роль в переходе от чисто исторического описания ее развития к науковедческому, задающемуся целью установить объективные закономерности науки как деятельности и как сложной открытой системы. Позже тщательный логический анализ соотношения внутренних и внешних факторов развития науки был дан, в частности, Н. И. Родным, который пришел к выводу, что определение науки социальными характеристиками ее среды существует, но «не имеет характера жесткой, однозначной связи» [170, с 12].

В то же время перечисленные выше факторы, связанные с резким ростом науки в период научно-технической революции, усилили тенденцию преимущественно к количественному подходу, породили повсеместное стремление свести развитие науки к немногим формулам, прежде всего к возрастанию ее параметров по параболическому или экспоненциально-логистическому закону и к распределению по Дж. Ципфу — В. Парето. Само по себе внимание к количественным закономерностям сыграло положительную роль, дав стимул для ряда полезных упрощений. По данной тематике появилось (и поныне продолжает публиковаться) большое число исследований, вылившихся в наукометрию как особую дисциплину на стыке информатики и истории науки. Развитие наукометрии способствовало установлению ранее не известных соотношений [165, 245, 334, 335, 346].

Первоначально часто упускали из виду, что прямыми подсчетами и экстраполяциями может быть охарактеризован только низший, простейший уровень структуры науки; параметры высших, наиболее специфичных именно для науки уровней организации, например параметры сообщества ученых как носителей научной дисциплины или оценка и социальный статус науки в обществе, характеризуются гораздо более сложными, в основном качественными, закономерностями развития. Последние не отменя-

ют экспоненциальных и прочих принципов количественного роста, но как бы надстраиваются над ними.

К вопросам о сфере применимости принципов лавинообразного роста параметров науки и единстве этих принципов (например, о единстве экспоненциального роста и ципфовского распределения) мы подробнее вернемся во второй главе настоящей работы. Здесь отметим лишь, что временное преобладание редукционистских тенденций на определенном этапе развития той или иной научной дисциплины не есть что-то уникальное, но, наоборот, обще науковедению с многими другими научными дисциплинами и нередко служило в истории науки предпосылкой последующего перехода к более интегративному, системному пониманию предмета данной науки [4, 28, 95, 216, 359]. Одним из существенных условий такого понимания служит применение категорий системного подхода, позволяющего рассмотреть исследуемый объект (в нашем случае науку) как систему, объединяющую в себе элементы с различной природой. Комплексный характер науковедения как дисциплины делает использование системного подхода особенно необходимым.

Для решения вопроса, с какого момента и какие исследования могут считаться «системными», надо установить предъявляемые в этом случае требования: во-первых, рассмотрение объекта как целостности, несводимой к простому взаимодействию элементов; во-вторых, понимание этой целостности как многопланово расчлененной системы (на подсистемы, по функциям, иерархическим уровням организации и т. д.); в-третьих, акцент на комплексности исследования, понимаемой не в смысле универсальности и бесконечной смены углов зрения, а в смысле междисциплинарности исследования, его «открытости», готовности в любой момент привлечь объяснение из смежных дисциплин [139, 176, 219]; в-четвертых, имманентность истолкования, т. е. отказ от объяснений путем каких-либо факторов, «потусторонних» для конструируемого предмета исследований.

Все эти четыре условия внутренне связаны друг с другом и в сущности составляют единую, по-разному преломляемую исследовательскую позицию. А именно рассмотрение объекта как целостности по своей природе имманентно; оно не требует привлечения специально для этой цели изобретаемых факторов, но в то же время для

своего осуществления оно нуждается в иерархическом (уровневом) членении. Аналогичное расчленение по уровням и функциональным подсистемам необходимо и для управления или вообще освоения сложной системы и является результатом междисциплинарной ориентированности мышления.

Учитывая сформулированные требования, мы можем отличить мышление с использованием вообще тех или иных категорий системности от системного подхода в современном смысле, в особенности сознательно системного. Сознательность же системной методологии как раз и явилась реакцией на редукционистские и элементаристские тенденции в современной науке. В качестве примера этих тенденций можно назвать бихевиористские представления о поведении как сумме реакций [234, 370]; концепции организма как результата действия одних лишь молекулярных, т. е. физических и химических, факторов (а ранее — как «государства клеток»); кумулятивистский образ науки как суммы единичных открытий, публикаций и т. д. Применительно к теории науки критика философских (неопозитивистских) предпосылок редукционизма дана в ряде отечественных работ [172, 210].

Развитие и укрепление (в процессе преодоления редукционизма) системного подхода как одного из моментов диалектического метода происходит по всему фронту научных исследований. На 1930—1940-е годы падает зарождение не только науковедческих исследований естественнонаучной деятельности, но и других системно-методологических направлений, включая общую теорию систем, кибернетику, теорию игр, теорию информации, исследование операций. Во всех этих областях можно найти отдельные исследования, выполненные гораздо раньше, но массовый прорыв начинается в начале второй трети XX в. и приводит в ее конце к стабильному (в типичном случае асимптотическому) росту числа публикаций. Что же касается науковедения, то для него 60-е годы явились периодом не столько стабилизации на уровне «науковедческого подхода», сколько выхода в новую методологическую плоскость, периодом обогащения системными концепциями, выработанными всей группой упомянутых методологических направлений. Поэтому оправданно считать 1960-е годы годами формирования науковедения как отдельной дисциплины [135].

В то же время и хронологическое совпадение между возникновением в 30-х годах системного подхода как созидательной методологии и появлением первых работ по социологии науки, предвосхитивших проблематику современного науковедения, не случайно. Наука, развившая системную методологию, не могла не осознать себя как систему. И появление социологии науки в 30-х годах, и становление современного науковедения были актами применения системного подхода. Некоторая же неопределенность даты возникновения науковедения совершенно естественна. Вряд ли можно представлять себе, что момент оценки и самооценки, самосознания, рефлексии по поводу тех или иных законов функционирования науки, ее организации и т. д. впервые был привнесен в науку лишь с появлением науковедения как отдельной дисциплины. Собственно говоря, каждое научное исследование (не говоря уже о случаях, когда ученые вдавались в теоретическое обоснование организации своей области естествознания [47, 79, 120, 188]) в какой-то мере включает в себя нечто от науковедения, элемент самосознания науки, хотя бы в форме подтверждения связи данного исследования с работами предшественников (научный аппарат, обзор литературы). Конечно, это именно элемент, первичный материал для науковедческой обработки, но резко противопоставить эту обработку ее материалу, содержащему хотя бы контуры дальнейшей концептуализации, не всегда возможно. По сходным причинам невозможно «точно» датировать и появление первичных элементов системного подхода.

В ходе развития представлений о системности науки неизбежно было привлечение идеи целостности; и действительно, на современном этапе «на место осознания отдельных сторон научной деятельности пришло понимание необходимости теоретического анализа науки в целом» [176, с. 66]. Для характеристики науки в ее целостности существенно изучение параметрической стороны проблемы, которое должно проводиться в соотношении с задачами построения социально детерминированной картины развития науки, с методологическими вопросами структуры и единства науки. Такое соотношение дает возможность (хотя бы на относительно узком участке, поскольку мы ограничиваем себя рассмотрением только параметров науки и ее развития) преодолеть рамки чисто

фактографического описания и фетишизации отдельно взятых показателей.

Этим определяются и задачи предлагаемого исследования. При всей их ограниченности данная проблематика составляет немаловажный (как представляется автору) аспект проблемы целостности науки в ее конкретных структурных, деятельностных и исторических проявлениях. Из этих трех измерений системности науки первое — структура, «инвариантный аспект системы» [150, с. 140], «наиболее устойчивый аспект системы» [197, с. 83] — мыслится здесь как одна из форм этого аспекта, как параметрическая структура, что, разумеется, не отменяет возможности в других исследованиях брать вместо параметров за основу, например, логическую, факторную (соотношение внешних и внутренних факторов) или теоретико-множественную структуру. Возможно и ограничение исследования одной лишь «основной структурой», включающей ведущие научные достижения с их главными параметрами, факторами, antecedентами и т. д.; в этом случае мы абстрагируемся от непрерывности воздействия социальной реальности, порождающей науку в ее крупных и мелких достижениях⁹. Так или иначе построение всеобъемлющей модели науки по крайней мере на данном этапе невозможно, и ограничение предмета исследования неизбежно. Надо лишь, чтобы это ограничение проводилось сознательно и было увязано с другими правомерно ограниченными подходами к науке.

Науку мы в настоящей работе рассматриваем в собственно науковедческом плане как деятельность¹⁰ по

⁹ Так, по мнению В. И. Вернадского [47, с. 70], «неоспоримая сила науки связана только с относительно небольшой частью научной работы, которую следует рассматривать как *основную структуру научного знания*... эта структура имела сложную историю, развивалась неодновременно» (см. также гипотезу о ведущей роли «основной структуры» (но уже в личностном плане) и количественную проверку этой гипотезы [49, с. 344; 110, 326]).

¹⁰ «Науковедение рассматривает науку главным образом как особую форму деятельности» [137, с. 50]. Более общие представления о науке — «формализованном здравом смысле» [368], «системе развивающихся знаний» [102, с. 562] и (в социально-историческом ключе) форме общественного сознания, духовного производства — попадают в поле зрения науковеда преломленными в плоскости анализа научной деятельности в ее различных аспектах, особенно в плане взаимодействия последних [132, 133, 134]. В этом — специфика науковедения в сравнении с философией науки, экономи-

производству и распространению нового знания, т. е. соотносим всю структуру науки с принципом деятельности — вторым (наряду со структурой) измерением науки как системы. В отличие от этой структуры деятельность (если не считать самого ее наличия) уже не является инвариантом системы, но выступает в бесконечно разнообразных и индивидуально-творческих формах. Еще Ф. Энгельс подчеркивал огромное влияние «деятельности человека на его мышление»¹¹, на науку, технику и весь окружающий человека мир. В течение последних лет значение деятельности как методологического принципа вновь привлекает к себе внимание [5, 84, 119, 153, 220, 285, 333, 364]. Структура также содержит в себе момент разнообразия, но последнее выступает именно как результат ее насыщенности деятельностью. В целом же структуру можно рассматривать как относительно консервативное, деятельность же — как активное и преобразующее начало в системе науки.

Взаимодействие и во многих случаях противоречивое единство обоих этих начал конкретно возможно благодаря тому, что они выступают во времени, в истории. Если структуру и деятельность рассматривать как два кардинальных измерения¹² науки, то в качестве третьего из-

кой научного труда и прочими дисциплинами, изучающими науку. Другим, на наш взгляд, полезным ограничением является то, что в соответствии с тенденцией науковедения мы будем черпать материал преимущественно из области развития естественных наук, привлекая данные диахронии технических и общественных дисциплин в той мере, в какой это помогает пролить свет на параметры развития естествознания.

¹¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 545.

¹² Выделение среди аспектов (и соответственно уровней) науки того, что мы называли измерениями, т. е. особо важных и синтетических аспектов, объединяющих в себе наибольшие группы свойств и признаков науки, служит полезным средством ориентации в бесчисленном множестве первично выделяемых аспектов науки. Структура как измерение объединяет в себе группу структурных аспектов науки, деятельность — группу деятельностных аспектов (например, научная продуктивность, соотношение науки с прочими формами деятельности), история — группу исторических (связанных, например, с прогрессом или со сменой системных состояний) аспектов. Аналогичное выделение измерений как синтетических аспектов высшего порядка может, по нашему мнению, оказаться полезным и вообще для системного исследования сложных объектов; так, в биологии роль перечисленных измерений играют структура (биологическая), функция и эволюция. В качестве четвертого и столь же синтетического измерения можно наз-

мерения выступает история, и соответственно третьей (наряду с исследованием структуры и деятельности) исходной посылкой для системного исследования науки служит признание необходимости исторической трактовки деятельности и структуры, т. е. трактовки в плане развития, включая прогресс и регресс науки как исторически обусловленного, но и относительно самостоятельно-го явления. Структура (в нашем случае параметрическая) выступает на каждом этапе развития науки, таким образом, именно как структура этого исторического этапа. Структура развития есть развитие структуры, и деятельность в ее истории есть история (историко-научный процесс) в действии.

История науки, ставшая в течение последнего столетия признанной отраслью знания (уже в 1892 г. состоялся первый международный конгресс по истории науки, а в 1977 г. — пятнадцатый; опубликовано множество учебников, общих руководств, капитальных трудов), накопила обширный арсенал данных, касающихся фактов и параметров самых различных системных состояний науки. Системно-историческое ее исследование должно жаловаться скорее не на недостаточность данных, а на их избыток, который может заставить упустить из виду единство изучаемого объекта — науки. Между тем, несмотря на всю пестроту имеющих наук и их объектов (от строения звезд до строения морских звезд и от тайнописи египетских жрецов до «тайнописи жизни» в молекулах ДНК) и на разброс по всем параметрам между состояниями науки в разные эпохи, реально существуют не только эти бесконечно дробящиеся и уможающиеся науки и их состояния, но и наука, как таковая, наука в целом. Отрицающий на основании множественности проявлений целостность науки [см., например: 117, с. 77] должен аналогичным рассуждением отвергнуть и целостность отдельных научных дисциплин, теорий и т. д. Единственной альтернативой служит признание того, что всякая отдельная наука в своем историческом развитии представляет некоторое целое (сверхвременное в том

вать специфичность данной системы. Это измерение, определяющее ее своеобразие, в науке выступает в виде соотносительности всех ее компонентов со знанием (группа когнитивных аспектов), в биологии — в виде жизни как специфики биологических явлений и т. д.

смысле, что его части могут принадлежать разным историческим эпохам), и степень ее целостности занимает определенное место в иерархии целостностей, охватывающей как частные теории и дисциплины, так и их комплексы, и всю науку. Место это может быть различным, а иерархия — разветвленной, и, например, целостность математики как единой науки, определенная способом исследования (строгая дедукция) есть нечто иное, нежели целостность географии, заданная единством эмпирического объекта (поверхность Земли), или целостность медицины, диктуемая общностью конечной цели (лечение). Целостность отдельных наук является условием для интеграции всей науки.

Поскольку единство науки носит не только логический характер, но проходит и ряд исторических стадий, в ходе которых интегрированность науки выступает как возрастающий параметр, возникают бесчисленные споры о том, с какой стадии надо считать начало «настоящей» науки. На этот вопрос следует на данной предварительной ступени исследования ответить, что это зависит от критериев, с которыми мы подходим к науке. Если мы рассматриваем как науку любую общественно значимую деятельность человека, ставящего цель добыть или систематизировать новое знание, мы должны будем отнести начало науки по крайней мере к вавилонской или вообще к древнейшей (доантичной) эпохе; если критерием науки признать наличие экспериментального исследования или рассматривать как науку только исследование, проводимое профессионалами и в рамках особых учреждений (институционализация), то наука началась с XVI—XVII вв.

Из этих вариантов критерия (возможны, конечно, и другие, например наличие математической дедукции, с отнесением начала науки к Древней Греции) мы остановимся на первом, наиболее общем и в то же время самом распространенном [35; 270, р. 9, 371]. С терминологической стороны здесь удобно то, что не надо искать особого названия для «донаучной» стадии накоплений знаний, что обязательно приходится делать, когда начало науки фиксируют высоко на хронологической шкале. Для того же, что именуется «наукой» по какому-либо другому, более сильному, критерию, при первом варианте нетрудно найти термин, взяв его из этого самого критерия: «экспе-

риментальная наука», «институциональная наука». С содержательной стороны необходимо признать, что многие параметры науки начинают свое непрерывное изменение с древнейших времен: так, соотношение между теоретической и прикладной наукой в эпоху Возрождения (следовательно, и в новое время) не может быть понятно без истории соотношения этих двух категорий исследования в древнем мире и в средние века.

Аналогичным образом было показано, что представление о роли эксперимента в физике никоим образом не может быть полным, если не учесть ранних, догалилеевских состояний науки, когда соотношение между сторонами эксперимента было не то, что сейчас, когда возобладавала «предметно-исследовательская» деятельность: в античности на первый план выступала «индивидуализующая сторона экспериментальной деятельности», в средние века — герменевтическая [9, с. 22—23]. Отказ же от признания за ранними состояниями науки в праве считаться наукой ведет к утверждению за определенным, пусть важным, отрезком истории науки и научной методологии монополии на научность — той самой несостоятельной монополии, на которую претендовала доэйнштейновская физика или геометрия до Лобачевского.

Говоря о «параметрах развития» науки, мы во многих случаях говорим в сущности о «параметрах науки». Но эти два выражения синонимичны только в том случае, если речь идет о синхронии, т.е. о науке как единстве структуры и деятельности, а не структуры, деятельности и истории. Но для диахронического рассмотрения каждое состояние науки предстает как ее срез во времени, а любые параметры этого среза — как параметры развития науки, показатели (измерители) не только того, «какова она», но прежде всего именно того, «как (насколько) она развита».

Сказанное, как и вообще данное введение, имеет целью лишь первичную, в начальном приближении, фиксацию «трехмерности», отвечающей трем терминам, употребленным в заглавии книги. Подробнее исходные для настоящей работы термины — параметр, развитие, наука, а также структура, измерение, аспект, уровень и т. д. — рассмотрены в первой главе.

В 1960—1970-х годах проблемы параметров развития науки прямо или, чаще, косвенно затрагивались в ряде

работ, послуживших (наряду с материалами собственно истории науки) источниками для настоящей монографии. Краткий обзор этих источников может дополнительно иллюстрировать выдвинутый выше тезис о системной тенденции современной науки о науке. Упомянем, во-первых, труды в области собственно науковедения. Из них нельзя не отметить серию «Науковедение: проблемы и исследования», выпускаемую Институтом истории естествознания и техники АН СССР и включающую, например, сборники: «Организация научной деятельности» (1968), «Очерки истории и теории развития науки» (1969), «Научное открытие и его восприятие» (1971), «Научно-техническая революция и изменение структуры научных кадров СССР» (1973), «Социально-психологические проблемы науки» (1973), «Человек науки» (1974), «Школа в науке» (1977). В этой же области надо назвать ряд монографических исследований и статей [117, 132, 133, 134, 136, 139, 156, 170, 172, 176, 223, 261, 262, 284, 290, 296, 366].

Во-вторых, имеется ряд работ, посвященных закономерностям параметрической структуры вообще. Здесь выделяется направление, получившее в отечественной литературе наименование «параметрической системной концепции» [31, 163, 192, 193, 194]; обзор и оценку данного направления см.: [177, с. 184—191]. В то же время есть немало и других посвященных параметрам (полностью или частично) работ, как науковедческих [74, 76, 77, 148], так и теоретико-системных [99, 237, 240, 248].

Многие современные модели науки пытаются понять единство функционирования науки как системы и уделяют особое внимание корреляциям между характеристиками различных уровней и аспектов научной деятельности. Например, Т. Куну [117] удалось на ряде примеров проследить обратную связь между информационным строением дисциплины (лежащими в ее основе фундаментальными теориями, которые Кун именует «парадигмами») и ее организационным в широком смысле планом — сообществом ученых (сообщество порождает парадигму и реорганизуется на ее основе). Дальнейшей попыткой (впрочем, на этот раз оставшейся нереализованной программой) отразить многоплановость науки было введенное Куном во втором английском издании его «Структуры научных революций» (1970) понятие дисциплинарной матрицы, от которого возможен переход к рассмотрению

науки с ее познавательной стороны как «мультипарадигмальной» системы [347].

Для исследователей экспоненциального роста науки в настоящее время этот рост представляется интересным уже не сам по себе, но как признак наличия устойчивого дисциплинарного сообщества ученых или [166] как специфическое отличие науки от других культурных систем. В ряде наукометрических исследований обнаруживаются критические количественные характеристики научных коллективов, позволяющие этим коллективам функционировать в качестве «незримых колледжей», школ, направлений и иных качественных единиц структуры науки [65, 86, 111, 159]. Обнаружены и другие корреляции между уровнем числовых (масштабных) показателей и уровнем структуры сообщества или науки в целом и т. д.

Несмотря на накопленный обширный материал по диахронии и синхронии параметров, связанных с публикациями и открытиями, с коммуникационными и интегративными процессами в науке, сколько-нибудь общей картиной параметров развития науки мы до настоящего времени не располагаем. Имеется много ценных данных по отдельным параметрам и их динамике, например по росту численности научных кадров, числа выходящих журналов, мощности приборов и т. п., но выяснение взаимных отношений между всеми этими показателями, упорядочение их множества, прослеживание их эволюции, построение схемы или модели для параметров развития науки — все это пока задача будущего.

В плане системного подхода исходным и важнейшим шагом для построения модели служит описание. Поэтому в настоящей монографии мы попытались дать параметрическое описание науки в той форме, в какой это оказалось возможным уже сегодня, в надежде, что оно сможет послужить отправным пунктом для будущей разработки более полной модели науки и во всяком случае для упорядочения накопленного огромного материала по динамике различных параметров развития науки.

Стремясь построить хотя бы в первом приближении схему научного прогресса в его параметрическом плане, мы должны прежде всего рассмотреть возможности выделения ведущих параметров развития науки и их групп (гл. 1). Затем мы должны будем предпринять усилия по

мысленной реконструкции системы науки и рассмотреть ее историческое развитие в плане сначала ее чисто количественных характеристик (гл. II), их соотношений (гл. III), затем соотношений более высокого порядка, т. е. структур научного сообщества или исследования (гл. IV) и интегративных характеристик, включая, например, уровень институционализации [256], престиж (оценку), степень дифференциации (интеграции) (гл. V). Получаемая таким образом четырехуровневая схема неполна не только из-за неизбежных издержек первой попытки, но и в силу самой расчлененности на уровни, которые могут выступать отдельно друг от друга только в модели, а в реально существующем или существовавших системных состояниях науки присутствуют нераздельно.

Признавая трудности, встающие в настоящее время перед более полной (с учетом единства уровней) реконструкцией науки как диахронической системы, мы предприняли все же конспективную пробу реконструкции системных состояний науки в главе 6, поскольку подобные пробы представляются нам необходимым условием того, что в дальнейшем удастся выявить специфику системных состояний науки более конкретно, в том числе и на уровне отдельных дисциплин. В то же время такая проба дает возможность замкнуть круг нашего исследования от некоторого нерасчлененного образа науки через его раздробление на множество частных характеристик вновь к некоторому целостному (но уже другому и в ряде отношений конкретизованному) образу науки как исторически развившейся системы.

Автор считает своим долгом высказать искреннюю признательность сотрудникам сектора системного исследования науки (1969—1978) Института истории естествознания и техники АН СССР, которые своими замечаниями и поддержкой помогли работе над книгой. Автор благодарит также других сотрудников Института, принимавших участие в ее обсуждении и содействовавших ее подготовке, и выражает надежду, что она будет способствовать увеличению интереса к системно-методологическим проблемам истории науки и к историко-научным проблемам системной методологии.

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА РАЗВИТИЯ НАУКИ

Обращаясь к выявлению структуры множества параметров науки и ее развития, мы должны иметь в виду, что представление о структуре как инварианте данного множества включает в себя наличие различных «подструктур», которые характеризуются каждая своим уровневым расчленением и располагаются в ряд иерархий. Любая сложная система имеет, строго говоря, не одну структуру, а столько, сколько есть способов ее рассмотрения, и общим для всех этих «частичных структур» или «подструктур» является лишь их высший уровень, отвечающий системе в ее единстве, в то время как подчиненные уровни различных структур могут и не совпадать.

Если же речь идет о структуре множества признаков или атрибутов науки, мы должны различать: во-первых, множество атрибутов самой науки, таких, например, как численность кадров, характеристики коммуникации или производственной эффективности науки; во-вторых, набор атрибутов, характеризующих множество первой группы, таких, как характеристики взаимовлияния атрибутов первой группы, их разделения на уровни или число известных признаков, описывающих каждый уровень; в-третьих, совокупность признаков, характеризующих множество атрибутов второй группы.

Каждое из этих трех множеств имеет свою структуру, и структура первого из них есть структура в наиболее непосредственном смысле, в котором она выше была соотнесена с историей и деятельностью как двумя другими измерениями науки. В дальнейшем именно за этой структурой мы сохраняем при отсутствии специальной оговорки термин «структура науки», поскольку именно в таком понимании структура науки совпадает со структурой развития науки. Применительно к структуре второго множества будет применяться термин «структура множества при-

знаков науки», или «атрибутивная структура науки».

В основном нам придется иметь дело с множеством не признаков вообще, а параметров, поэтому будем говорить о «структуре множества параметров науки» (и ее развития), или, короче, о «параметрической структуре науки». Наконец, о структуре третьего множества нам не придется специально говорить, так же как о структуре последующих множеств, образованных с помощью того же приема (множество признаков множества признаков науки и т. д.), поскольку дальше мы уже не получим множеств, которыми можно было бы конструктивно оперировать. Достаточно будет заметить здесь, что любое свойство атрибутивной структуры науки может быть представлено как измерение, аспект, уровень или план науки (или ее развития); если же пользоваться теоретико-множественным подходом, то основную роль будут играть понятия элемента, подсистемы, части и целого (науки в целом).

Сам факт наличия деятельностного, исторического и структурного измерений неспецифичен для науки в том смысле, что он не позволяет еще сам по себе выявить системный характер именно науки. Ее своеобразие будет выявлено только с учетом измерения ее специфичности, когнитивной стороны. В самом деле, выделение диахронического и синхронического планов, а в пределах последнего — функционального (активно преобразующего) и структурного (относительно статичного, т. е. сохраняющего или сохраненного) начал есть нечто обычное для сложных систем¹. Так, биологические системы могут исследоваться с морфологической, физиологической и эволюционной сторон; физико-географические комплексы — в их пространственной расчлененности, в изменении под

¹ Структура может рассматриваться как статичная в своей противопоставленности функции; если же понимать под этим термином инвариант системы, сохраняющийся в диахронии как серии синхроний [66, 150], то структура динамична («функциональная структура»). Специально применительно к науке правомерно рассматривать структуру как измерение, «промежуточное» между историей и деятельностью, и в этом смысле сопоставлять структуру с настоящим, историю с прошлым, деятельность с будущим. Нечто подобное, видимо, имел в виду Н. И. Родный, говоря, что «структура науки... выступает как «снятие» фактора истории, являющейся поддетерминантой, и в то же время представляет детерминанту дальнейшего развития науки, содержит «вектор» ее «пути» [170, с. 4].

воздействием природных факторов и в геологическом прошлом; технические устройства — в плане их схемы, функционирования и изготовления; социальные системы — в плане структурном, деятельностном и историческом.

Во всех случаях строение, функция и диахрония неразрывны (об инкорпорированности функциональных представлений в системном подходе см.: [218]). Например, природные изменения геоморфологического рельефа порождают геологическую историю, а социальные сдвиги — историю социума. Но эта абстрактная общность данного трехмерного представления, подтверждая его естественность для анализа науки, как и вообще любой большой системы, в то же время указывает на необходимость рассмотрения науки в ее специфичности, т. е. когнитивности. Отсутствие такого рассмотрения обесценило бы и анализ структуры, деятельности, истории. Таким образом, под термином «измерение» применительно к науке следует, с нашей точки зрения, подразумевать структуру, деятельность, историю и специфичность как познавательной деятельности (или как совокупности познавательных структур, как истории познания). Что касается терминов «аспект», «уровень» и «план», мы сохраним их для более узких областей рассмотрения, зафиксированных ниже в § 2 данной главы.

Все эти понятия (равно как и понятия «науки», «развития», «параметра» и т. д.), достаточно употребительные и определенные в своей общности, должны, однако, именно поэтому быть «остранены» и проанализированы в своей, быть может, кажущейся самоочевидности.

§ 1. Исходные понятия анализа

В современной практике системного подхода бытуют два основных способа представления или задания сложной системы, а именно ее понимание как комплекса взаимодействующих элементов или же — как набора параметров и вообще свойств (предикатов, атрибутов, признаков). В первом случае (теоретико-множественное задание) система определяется двумя множествами: с помощью, во-первых, ее элементов и, во-вторых, связей между ними. При таком задании наличие двух не имеющих ничего общего друг с другом категорий компонентов (элементов и связей) заставляет вводить такие дополнительные, вспо-

могательные или связующие компоненты, как степень прочности связей, уровень интеграции и т. д., что является уже переходом ко второму (атрибутивному) способу.

При этом способе задаются общие признаки или характеристики системы (но и они могут мыслиться как элементы, что доказывает отношение взаимодополнения, а не исключения между обоими способами). Поскольку в наборе атрибутов науки наиболее важную роль для практического понимания и управления наукой играет комплекс характеристик, доступных измерению или сравнительной (например, балльной) оценке, атрибутивное задание выступает как параметрическое.

В общем случае задание (полное или частичное) больших систем через их параметры весьма распространено. Достаточно упомянуть анализ развития параметров территориально-промышленного комплекса [104] или параметров технических систем [161, 169]; приемы их паспортизации [301, 309]; выявление математических характеристик в экономике [85] или в истории [344]; описание документационных массивов через топографические и частотные [145, 245] или информационные [76, 77, 142, 143] характеристики; описание физических и психофизических комплексов через их экстенсивные и интенсивные показатели, например задание области музыкального звучания с помощью «трех параметров (координат): громкости... высоты, длительности» или «зрительного сообщения» с помощью параметров интенсивности, цвета, места [144, с. 46, 185]; выделение геометрических [343] и арифметических [182] параметров в онтогенезе. Сюда же примыкает данное У. Р. Эшби [217, с. 40] определение системы не через элементы и связи, но как «любой совокупности переменных, которые (наблюдатель) выбирает из числа переменных, свойственных реальной „машине“».

Условием того, чтобы параметрическое описание науки приобрело рабочий смысл, служит ограничение понятия «параметр». Мы должны отойти от распространенного отождествления параметров со свойствами вообще, когда например, язык или стиль документа объявляются «параметрами» этого документа, а наличие газетных сообщений о происшествиях, работе транспорта и т. п. — «параметром» коммуникации [145, с. 65—68]. Когда мы строим модели науки, целесообразно считать параметрами только те из ее признаков, которые в каком-то отношении харак-

теризуют состояние науки в целом благодаря своей способности принимать линейно-упорядоченное множество значений. Такое понимание основано на зафиксированном во многих стандартизационных и документационных источниках определении параметра как величины, характеризующей то или иное свойство объекта (изделия, процесса и т. д.). Соответственно под параметрическим рядом понимается упорядоченное множество числовых значений параметра в рассматриваемом диапазоне. Принятое в настоящей работе понимание параметра служит обобщением представления о параметре как градуированном свойстве применительно к науке, являющейся примером системы, разноплановые атрибуты которой описываются с помощью параметрических рядов.

Однако суть дела заключается не в терминологии, а в реальном существовании во множестве атрибутов любой большой системы некоего подмножества, куда входят те, и только те атрибуты, которые при сдвигах состояния системы способны принимать значения, сравнимые друг с другом по принципу «больше — меньше» или вообще по какому-либо принципу, позволяющему одномерно упорядочить эти значения. Если, например, рассматривать в качестве параметра опредмечивание, то в смысле его значения выступают (в условиях антагонистических формаций) отчуждение и другие «исторически преходящие формы опредмечивания человеком своих деятельных способностей» [151, с. 189; см. также: 32; 109, с. 37], в нашем случае — способностей к научной деятельности.

В таком же смысле можно рассматривать как параметр науки и суммарную роль внешних факторов в детерминации ее развития, поскольку для этой роли также имеет место определенная линейная направленность: «Если на ранних этапах истории науки ее движение в основном определялось «самодетерминацией», то по крайней мере с последней трети XIX в. роль «внешней детерминанты» начинает быстро возрастать, и ее значение в настоящее время в «судьбе» науки колоссально» [172, с. 220]. Хотя для этих качественных примеров параметрическое рассмотрение выступает как не единственное и не главное, но оно помогает выявить определенную сторону историзма оцениваемого явления. Для других же признаков, например для финансирования науки, ее производственной эффективности, для интенсивности научных коммуника-

ций и т. д., параметрическое рассмотрение практически незаменимо. Существование у сложных систем признаков с n -мерной, а не с одномерной областью значений не создает дополнительных трудностей для параметрического описания, так как эти признаки могут быть разложены на n параметров с линейно упорядоченными множествами значений [144, 192]. Упорядоченность включает заданность нулевой (вырожденной) ступени градации и направления от нее к максимуму или вообще в сторону возрастания. Она не обязательно абсолютна: допустимы не вполне транзитивные оценки типа «большей эффективности», «высшей (низшей) степени организованности» (см. работы: [257, 287, 288] о порядковых и интервальных шкалах). Расширение множества применяемых шкал, т. е. переход от наукометрического подхода к параметрическому, позволяет преодолеть некоторые ограничения, суживающие горизонты наукометрии, и не прибегать вместе с тем к нигилистическому отрицанию роли количественных показателей, встречающемуся в науковедческой литературе [315]. Наукометрические показатели приобретают свой полный смысл именно как частный и предельный случай параметров.

Параметры — это не какой-то логически изолированный остров в море предикатов. В развивающейся системе параметры могут иногда выпадать, терять градацию или фиксироваться на каком-то значении, переходя из разряда параметров в более обширную категорию свойств вообще. Следовательно, множество параметров большой системы само образует открытую и динамичную систему. Совокупность параметров системы, если представить их себе нанесенными на соответственные шкалы, образует как бы пучок осей многомерного эллипсоида, «скелет» системы, который мы можем использовать для ее прямого сравнения с другими аналогичными системами. За пределами этого эллипсоида остается множество непараметрических предикатов. Поэтому присутствие параметрического аспекта в большой системе — биологической, технической или социальной — отнюдь не устраняет необходимости анализа ее качественной определенности признаками, не дающими параметрического ряда.

Впрочем, и такие характеристики при должной переформулировке могут быть изображены в виде параметров, поскольку универсальность параметрического представле-

ния есть в конечном счете не что иное, как универсальность категории количества. Так, наличие открытий не параметр, а скорее инвариант науки или научной дисциплины, но число открытий, степень их взаимосвязи, влияния и т. д.— это параметры, которые в своей совокупности позволяют говорить о «наличии» открытий; моральная ценность науки также предстает при сравнении различных системных состояний науки в виде параметра (степень моральной значимости). Открытость системы параметров связана также с тем, что противопоставление параметров элементам относительно: при более общем понимании элемента параметры могут рассматриваться как один из видов элементов: противоположность между элементами и параметрами науки может быть снята при изображении науки как системы «событий» [172, с. 234—240]. Относительность противопоставления «элемент — параметр» есть результат относительности противопоставления теоретико-множественного и параметрического описания, о которой мы говорили. И параметры и элементы являются нерасчленимыми и невыводимыми лишь в пределах данного уровня рассмотрения. Так, эффективность науки как параметр распадается при дальнейшем анализе на степень связи с производством, окупаемость затрат, влияние на технический прогресс и еще ряд «подпараметров»; в то же время такой классический параметр, как численность научных кадров, участвует в определении целого ряда иных параметров: скорости роста кадров, ее соотношения со скоростью роста научной продукции и многих других. Поэтому при анализе любой функции науки необходим учет параметров, относящихся к различным уровням параметрической структуры науки.

Применительно к анализу науки, как и вообще исторически развивающихся систем, параметрическое описание имеет ряд преимуществ перед другими разновидностями системного подхода, фокусируя внимание на характеристиках системы как целого и на привлечении аналогичных систем для сопоставления или контраста. В общем случае не каждый параметр является аспектом системы, т. е. характеризует ее во всем объеме. Тем не менее момент целостности, хотя бы он и не присутствовал в исследовании непосредственно, не упускается из виду ни на одном шаге параметризации, в то время как при восхождении от элемента к комплексу элементов целое выступа-

ет как итог конструкции. Такое восхождение как инструмент системного исследования более применимо при обращении со сравнительно простыми системами, схемы которых синтезируются в процессе исследования, например, путем надстройки последующих структурных уровней над предыдущими. В применении же к таким сверхсложным системам, как наука, ведущее значение приобретают анализ и экспликация имеющегося многомерного образа; переход от высших уровней сложности к более примитивным, декомпозиция [240, 309, 357]. Декомпозиция гораздо легче проводится при параметрическом, чем при теоретическо-множественном представлении, хотя в конечном счете оба эти способа задания системы могут дать полностью объективную картину лишь при совместном действии и взаимном подкреплении.

Притом элемент становится таковым лишь в контексте системы, лишь будучи субстратом для того или иного параметра. Так, научное открытие становится элементом науки как системы только в том случае, когда оказывается достоянием среды, способной сделать из него соответствующие выводы и связать его с общим направлением развития физики, химии или иной дисциплины, параметры которой при этом подвергаются сдвигам (принимают другие значения).

Кроме того, практически любой проект системного исследования науки в той или иной мере сталкивается с присутствием в системе науки принимающих различные значения параметров, так что рассмотрение последних, помимо самостоятельного интереса, приносит также и косвенную пользу в виде материала для различных имеющихся сейчас (или в будущем) попыток построить модель науки. Притом изучение параметров имеет перед другими вариантами исследования науки в ряде случаев то преимущество, что облегчает возможность учета диахронических вариаций, изменений во времени и вообще исторического рассмотрения.

В целом анализ, или декомпозиция, системы, проводимая путем последовательного выделения все более элементарных параметров, представляется, таким образом, перспективным инструментом выяснения структуры большой системы, не нарушающим ее сложности. В то же время на современном этапе для науки как системы последовательное выделение параметров еще не произведено,

Все это, как нам кажется, уже оправдывает то, что в качестве программы системного описания науки мы выбрали параметрический метод. Но дополнительным и веским доводом в его пользу служит возможность усовершенствования сравнительно-исторического исследования науки путем сравнения ее параметров с параметрами иных культурных систем (техники, искусства и т. д.), а также путем «внутреннего» сравнения между собой параметров различных системных состояний науки. Под последним мы понимаем относительно обособленные друг от друга комплексы научной деятельности, характеризующиеся дискретно различными значениями своих параметров (особенно параметров высшего уровня, интегративных); в то же время, учитывая тождество исторического состояния и структуры объекта [66, с. 68], можно определить системное состояние и как структуру науки на определенном историческом этапе.

Параметрическое описание вообще служит важной предпосылкой для сравнения систем сходной природы или (что в данном случае то же самое) любой пары состояний данной системы. Параметрическое сопоставление может быть проведено, допустим, между разными языками или стадиями развития одного языка по запасу слов, по распределению их длины, по частоте встречаемости слов некоторого типа; на более высоком уровне — по степени синтетичности грамматического строя, по выраженности тенденции к элиминации исключений; между ЭВМ разных поколений — по среднему быstroдействию, емкости памяти, уровню достигнутого общения машины с оператором (если мы построим градацию для степеней этого общения, которое в таком случае может быть отнесено к высшему интегративному эшелону параметрического набора системы); сопоставление науки в какой-либо стране с наукой в той же стране в другой период либо с наукой в иной стране возможно по числу (или темпам прироста числа) публикаций и научных сотрудников (низший уровень сопоставления), затем по соотношению объема исследований различного типа (теоретических и прикладных, военных и гражданских и т. д.) или, прибегая к более сложным сравнениям, по степени использования экспериментальных и других методов, по месту, занимаемому наукой на шкале социальных ценностей, по положению ученого в обществе. При отсутствии у показателя хотя бы только

намеченной градации непосредственное сопоставление невозможно.

Помимо возможностей применять параметрический анализ для сопоставления различных систем, а также сводить к параметрам довольно широкий круг атрибутов, преимущество параметрического подхода состоит и в шансах на получение строгих результатов в смысле измерения и классификации. Мы не утверждаем, что рассмотрение параметров обязательно и тем более сразу даст строгие результаты. Мы хотим сказать только, что если такие результаты в исследовании больших систем получаются, то здесь определенную роль всегда играет и анализ параметрической структуры соответствующего объекта. Возможность подобного анализа, между прочим, следует предложить в качестве одного из критериев того, является ли данный объект системой. В частности, когда параметрическое описание выявляет значительное участие параметров в наборе свойств, это не в меньшей степени, чем наличие элементов и связей между ними, указывает, что объект выступает как система. Говоря о параметрах науки, мы, таким образом, имплицитно подразумеваем ее системный характер и (поскольку речь идет о деятельности системы) историзм.

Этот тезис тождествен сформулированному выше понятию о науке как единстве моментов (измерений): деятельности по производству нового знания, структуры этого знания (и всего, что его обеспечивает) и его исторического развития: в своей специфичности наука есть организованная и развивающаяся генерация знаний. Но и это представление лишь предварительно и может быть расширено во многих направлениях: например, путем различения между знанием и информацией, или включения в понятие производства знаний также и их распространения, или указания на специфические функции (формы общественного сознания, модуса духовного производства), которые наука выполняет в качестве единства упомянутых моментов. Несомненно и то, что понятие и определение науки, точнее, одного из ее планов: того, который изучается в соответствующем случае, например науковедческого или, еще уже (как в нашем исследовании) — параметрического, должно служить не исходным, а завершающим этапом анализа. В этом заключается некоторое противоречие, реальным разрешением которого и служит исследование

науки как системы, если рассматривать его как расширенный акт экспликации.

Противоречия в развитии параметрической структуры, например между наличием многих тенденций для некоторого параметра и его реальной однонаправленностью, между объективными закономерностями для данного параметра и соответствующими целями ученых или организаторов, представляют собой частный случай проявлений диалектики развития естествознания². Под развитием применительно к естествознанию, в частности к его параметрической структуре, мы понимаем качественные и направленные изменения, причем качественность не отменяет того, что на определенных уровнях структуры (особенно на уровне масштабов науки) важную роль играет количественное изменение; направленность же задается вектором приближения к высшему и более продвинутому системному состоянию науки³.

² Несомненно, что в своей полной форме проблема еще шире и касается противоречивости мышления вообще и его логических параметров: «При попытке создать систему всех определений этого Я — логику как систему логических параметров мышления — такая система оказывается насквозь противоречивой» [87, с. 86]. Однако, как мы говорили в связи с определением понятия параметра, наша задача не требует столь широкой постановки вопроса, согласно которой «все универсальные схемы прорисовываются в деятельности мыслящего существа... должны рассматриваться как *логические* параметры мышления не в меньшей степени, чем схемы выражения мышления, в языке, в виде фигур, известных старой логике» [87, с. 131]. Непосредственно необходимо при параметрическом (в нашем узком и ограниченном смысле) исследовании обращать внимание на признаки с градацией и их историческое движение, которому свойственно непрерывное преодоление предела.

³ Подобно тому как вообще для широкого класса систем, более высокие ступени развития служат в методологическом отношении ключом к пониманию низших. Значение этого принципа отметил К. Маркс, указывая, что, например, понимание капиталистического производства дает «возможность проникновения в организацию и производственные отношения всех отживших общественных форм... намеки более высокого у низших видов животных могут быть поняты только в том случае, если само это более высокое уже известно» [Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 12, с. 731]. Простые углеводороды или металлоорганические соединения не дали бы сами по себе (если бы мы не знали белков, хлорофилла, нуклеиновых кислот и т. д.) возможности понять специфику органической химии, и элементарные формы жизни (вирусы, даже бактерии) предстают как нечто резко отличное от неживой природы прежде всего потому, что мы знаем, как и на-

Для многих параметров науки прошлого в качестве такого состояния может быть взята беспрецедентная по своей эффективности, разработанной методологии и социальному значению наука XX в.; в других случаях для понимания того, что следует иметь в виду под оптимизацией соответствующего параметра или развитостью некоторого комплекса параметров, необходимо сопоставление с идеализированным образом. Единство всех измерений науки иллюстрируется тем, что развитие (как и деятельность) подразумевает структурный субстрат, так как «воспроизведение процесса развития невозможно без рассмотрения исторических состояний, т. е. структуры объекта, а это и есть понимание объекта как системы» [66, с. 68]. В то же время применительно к науке и вообще к социальным объектам развитие осуществляется через человеческую деятельность, и таким образом положенность объекта как развивающегося тем самым есть его задание в его структуре и истории, его рассмотрение как системы в ее общих измерениях.

Наука не является в полном смысле саморазвивающейся и самоорганизуемой системой, поскольку ее развитие в конечном счете детерминировано социально. Но в ней, как и во всяком достаточно сложном комплексе обратных связей, имеются важные подсистемы и структуры, проявляющие самоорганизационные тенденции. Научные теории и школы имеют свою логику развития, и их начальное состояние в какой-то мере содержит их дальнейшую судьбу. В этой связи встает вопрос о причинах,

сколько развилось это отличие на высших ступенях эволюции; первые автомобили (например, паровую повозку Ж. Кюньо, 1769 г.) или счетные машины, созданные в 20-х годах XIX в. К. Томасом, мы воспринимаем как прогресс по сравнению с гужевым транспортом или со счетами именно в свете дальнейшего развития автомобиля и вычислительной техники. Имплицитное присутствие понятия интеграла в трудах Евклида стало очевидно только после создания математического анализа Лейбницем и Ньютоном. Соответственно следующий ниже анализ параметров науки есть прежде всего анализ новейшей фазы ее развития, а признаки предыдущих фаз (например, параметры коммуникаций в эллинистическую эпоху или этическое значение науки XVII—XVIII вв.) выступают в качестве параметров постольку, поскольку мы наблюдаем их в развитом виде в более поздней науке. Мы не мыслим такой подход как единственный, но только он позволяет выявить все возможности рассмотрения науки как единой системы начиная с самых ранних ее стадий.

по которым развитие науки носит столь четко (по сравнению с другими социально-историческими и культурными системами) выраженный характер *прогресса*. Выдвигалось предположение, что прогресс науки служит продолжением (на новом уровне и новыми средствами) биологического и вообще космического прогресса [47, кн. 2; 228, 239, 363]. В этом смысле наука оказывается чем-то средним между техникой, прогрессирующей как продолжение или замена биологической эволюции, «техники клыков и когтей», и другими сферами человеческой деятельности наподобие искусства или спорта, которые не проявляют одностороннего прогресса через всю историю.

Слабая сторона данной точки зрения в том, что прогресс в одной области отрывается от всех других областей социального прогресса, и развитие техники рассматривается как единственный источник прогресса.

Между тем даже в естествознании, не говоря уже о более далеких от техники областях (философия, искусство, мораль), имеет место и такой прогресс, который не может быть непосредственно выведен из техники. К тому же история знает длительные периоды застоя и регресса как науки, так и техники, и понятие о развитии науки в самой широкой перспективе должно учитывать и эти периоды. В то же время всякая иная точка зрения должна так или иначе объяснить тот факт, что в технике и науке прогресс выглядит более четко выраженным и объективно прослеживаемым, чем где-либо еще.

Т. Кун [117] объясняет данный факт тем, что науке, кроме науки периодов научных революций, свойственно господство единственной парадигмы, в то время как, скажем, в скульптуре могут мирно сосуществовать различные школы, ни одна из которых не выше другой. В те же периоды, когда это было не так, когда, допустим, в живописи парадигмой признавалось достижение сходства, имелся и прогресс в том смысле, что и для науки. Таким прогрессом было достижение все большего и большего сходства; или, например, для последователей Аристотеля — все более тонкая разработка его исходных концепций, в то время как переход к платонизму эпохи Возрождения или индуктивизму Ф. Бэкона был, по Т. Куну, уже не прогрессом, а отказом от прежнего критерия прогресса. Эта модель — понимая модель в самом широком

смысле как «представление процессов, описывающее в упрощенной форме некоторые аспекты реального мира» [221, с. 21, 244], — объясняет лишь наименее интересную в историческом плане сторону прогресса науки и в сущности оставляет пропасть между двумя основными фазами прогресса, интенсивной и экстенсивной, или между фазами «скачка» и плавного развития.

Более глубокой и перспективной в смысле построения системной модели развития науки представляется мысль об «определенности» результатов и методов науки в сочетании с ее повышенной чувствительностью к «увеличению средств общения» как о причине необыкновенно ускоренного роста параметров науки (в сравнении с иными сферами деятельности), выраженная в предисловии к переводу книги В. Сибрука «Р. В. Вуд» (М.; Л., 1946) С. И. Вавиловым. Он предположил, что причины «совершенства эволюционного механизма науки кроются, по-видимому, во-первых, в большой определенности, конкретности и практической ценности ее результатов, вследствие чего при возрастающем общении людей (печать, скорость передвижения, связь всякого рода) отбирается, остается только передовое. Во-вторых, наука последовательна, систематична по существу, обладает «внутренней логикой», каждый последующий шаг в науке опирается на предыдущий, и после Ньютона невозможно (при наличии книг и связей между людьми) возвращение к Аристотелю. В-третьих, диапазон специальных способностей и одаренностей в науке очень велик, и возможны резкие отклонения от среднего — фарадеи, менделеевы, эйнштейны. Увеличение средств человеческого общества приводит к тому, что результаты деятельности этих гениев становятся общим достоянием. В этом состоят основные причины невиданного, все время ускоряющегося процесса роста науки и техники за последние четыре века» [с. 3].

При переиздании перевода и предисловия в 1960 г. это глубокое рассуждение почему-то было опущено. Отметим, что обоснование выраженности прогресса именно в науке, данное С. И. Вавиловым, включает в себя куновское как частный случай для периодов господства «нормальной науки» и позволяет распространить идею прогресса на процесс смены парадигм.

Объяснение, данное С. И. Вавиловым, открывает дополнительные возможности для истолкования научной

деятельности как формы всеобщего труда и соответственно для понимания научного прогресса как одного из аспектов всеобщего прогресса человечества.

Проанализировав таким образом три исходных термина нашего исследования — параметры, развитие и науку, а также их взаимоотношения, мы далее конкретизируем нашу задачу. Во-первых, выясним место параметров в общем наборе атрибутов науки и соответственно место параметрического описания среди всех возможных случаев предикативного описания. Множество атрибутов большой системы образует, как уже было сказано, не аморфный, но каким-то специфическим образом структурированный набор. Его структура, которую мы называем атрибутивной структурой системы, может анализироваться под различными углами зрения: с выделением эмпирических и логически выводимых свойств, объективных и субъективных, случайных и необходимых признаков. Применительно к науке для анализа этих и других возможных оппозиций требуется выделить из множества атрибутов науки подмножество параметров. Во-вторых, параметров имеется слишком много, и надо отобрать из них релевантные для исторической модели науки и классифицировать их.

Задача отбора релевантных или существенных (в данном отношении) параметров ставилась неоднократно, хотя бы в форме задачи отбора признаков, например, в виде отделения «образующих процесса» от всей массы его «составляющих»: «Образующие процесса являются центральными, ведущими его составляющими» [66, с. 52] (здесь на первый план в системе выдвинуто ее функциональное измерение). В сущности эта задача теснейшим образом связана с задачей классификации параметров, ибо всякий отбор проводится в рамках уже выделенных групп.

Эмпирическим путем выделялись различные группы параметров развития науки. Так, Г. М. Добров выдвинул требование «различать, с одной стороны, параметры, которым по самой их природе присущ предел роста (например, относительная численность людей, занятых наукой), — они имеют тенденцию развиваться по выполаживающейся, так называемой «логарифмической», кривой — и, с другой стороны, параметры, не имеющие наперед заданного предела развития (например, число проблем

для науки и количество научного знания). Построение «кривых сатурации» для последнего рода явлений следует признать ошибочным» [73, с. 77].

Здесь классификация охватывает только масштабные параметры, поскольку она предложена для частной цели — избавиться от «призрака сатурации» в развитии науки. По мнению Б. М. Кедрова, «типология процессов теоретического синтеза естественнонаучного знания... может быть проведена прежде всего на основе двух независимых между собой признаков (параметров): 1) области научного знания, охваченной данным синтезом, и 2) диалектического характера самого данного синтеза. Первый параметр имеет следующие градации: а) синтез внешнего порядка... б) синтез внутреннего порядка, который... может быть либо межотраслевым... либо внутридисциплинарным... Второй параметр касается диалектически противоречивого характера самого синтеза как объединения не просто различных между собой элементов, но прямых противоположностей. Отсюда вытекает следующая градация этого признака: а) синтез противоположностей общего и частного... путем которого связываются между собой науки более общего и менее общего (более частного) характера, подобно математике и естественным наукам; б) синтез противоположностей низшей и высшей ступеней познания... в) синтез как достижение *единства противоположностей*» [100, с. 12—13].

Здесь, очевидно, классифицируются уже не масштабные параметры, но явления гораздо более сложные, что подтверждает эффективность методов параметрического анализа. Мыслимы и многочисленные другие классификации, например по свойству аддитивности, которым некоторые параметры обладают (численность научного персонала в институте равна сумме соответствующих показателей для отдельных лабораторий), другие не обладают (процент средств, идущих на фундаментальные исследования, вычисленный для некоторой группы стран, не равен сумме процентов, вычисленных для каждой страны).

Разнообразие методик выделения параметров соответствует и обилие историко-научных данных по параметрам. Правда, материал этих данных требует критического отношения. Мы уже не говорим о древней истории, например о «нескольких тысячах» человек, собиравших ес-

тестовонаучные сведения для Аристотеля по приказу Александра Македонского [331, т. 2, р. 55], или о четырнадцати (ни больше, ни меньше) тысячах лиц, обучавшихся немного времени спустя в Александрийском музее [35, т. 3, с. 239]. Такой же мнимой точности полны источники времени средневековья, которое вообще любило некоторый «псевдопараметрический» подход, измеряло все по степеням совершенства и полноты бытия [2, с. 280] и давало множество «конкретных» цифр, способных сбить с толку исследователя: «Цифровые данные, содержащиеся в описях феодальных поместий и государственных реестрах, просятся в статистические таблицы, но неосторожное применение их в счете может создать лишь иллюзию точности, ибо на самом деле за этими мерами могут скрываться участки самых неожиданных размеров» [68, с. 50]. Следует, однако, отметить, что и современные экономические, статистические и прочие показания нередко далеки от точности или произвольны, причем даже для европейских стран [322]. Притом материал источников для параметризации истории науки необъятен, и единственное, что здесь можно сделать — констатировать эту необъятность, поскольку дать хотя бы частичный его обзор невозможно.

Итак, ни в фактическом, ни в концептуальном отношении параметрический анализ науки не строится на пустом месте; наоборот, если имеется затруднение, то оно связано с чрезмерным изобилием материала, а не с его недостатком. Но заранее ясно, во-первых, что даже первичная классификация параметров развития естествознания, если мы строим ее не попутно, но со специальным методологическим вниманием к этому вопросу, не может быть одномерной, а представляет собой ряд взаимно пересекающихся иерархий, выделенных по различным признакам. Во-вторых, искомая классификация не может быть построена ни на одних эмпирических, ни на одних дедуктивных соображениях, но должна развиваться в единстве тех и других. Таким образом, мы подходим к проблеме выявления аспектов и уровней параметрической структуры развития науки.

§ 2. Иерархическое строение множества параметров развития науки

Для исследования параметрической структуры необходимо выделить ее элементы (это, очевидно, будут параметры), связи между ними и подсистемы. Иными словами, параметрическое представление для своей конкретизации нуждается в теоретико-множественном. Впрочем, и при последнем, выделяя сначала элементы, мы тотчас же должны прибегнуть к характеристике их связей и отношений. Это подтверждает общность обоих способов задания системы.

Некоторые из подсистем множества параметров развития науки были приведены в конце предыдущего параграфа. Но для того чтобы эти подсистемы были действительно сравнимы между собой в пределах одного способа деления и давали бы реально значимые пересечения с подсистемами других способов деления, а также возможность сопоставлять данную систему с другими, т. е. для того, чтобы эффективно использовались возможности параметрического анализа, подсистемы должны братья некоторым логическим единым (по отношению к системе в целом) образом.

Этому требованию не может удовлетворять разбиение на частичные подсистемы, т. е. на такие, которые не исчерпывают собой системы (хотя в каком-то отношении). Прежде всего надо выявить среди подсистем и элементов множества параметров такие, которые хотя бы в каком-либо отношении исчерпывают данное множество целиком. Такие подсистемы или элементы параметрической структуры мы будем называть параметрическими аспектами, для краткости же — просто аспектами, понимая это слово в указанном терминологическом значении независимо от обиходного и более расплывчатого словоупотребления.

Несущественно, будут ли это подсистемы или элементы, поскольку, как было отмечено, «простой» параметр и вообще признак нередко может быть представлен в форме набора более простых. Очевидно также, что аспекты параметрической структуры объекта служат в то же время и аспектами самого объекта. Критерием того, что данная подсистема является аспектом, может служить мыс-

ленный эксперимент по упразднению этой подсистемы⁴.

Критерий не есть алгоритм для выявления. По крайней мере для науки как системы первичное обнаружение ее аспектов, как и вообще фиксация параметров, производится на эмпирической основе. В этом отношении могут быть даны только эвристические рекомендации, что выходит за рамки настоящего исследования.

Причиной такого ограничения (если это считать ограничением) является чрезвычайная сложность науки, т. е. та же причина, в связи с которой становится актуальным параметрическое описание. То, что простая система (или ее схема) может быть синтезирована теоретико-множественным путем, из элементов, указывает на путь ее возможного полного анализа исходя из логических принципов энумерации. Так, шахматная игра во всех ее аспектах (если иметь в виду ее собственные аспекты, связанные с набором правил, а не психологические, исторические и тому подобные ассоциации) может быть задана кодексом инструкций и затем воспроизведена по этому кодексу, например, и там, где ранее не было никакого представления о шахматах. Наоборот, большая (сверхсложная) система, например наука, не может быть развита таким образом. Даже там, где исследование происходит дедуктивным путем, как в математике, продвижение вперед связано с заранее непредсказуемым введением новых понятий путем определения. Каждое данное определение, равно как и введение нового предиката в эмпирический предмет, требует целого ряда неимманентных соображений типа «целесообразности», «удобства», «стимуляции дальнейших исследований» и т. д. В биологии есть алгоритмы расположения видов в систему и проверки правильности описания вида, если он уже описан, но нет алгоритма описания новых видов.

Таким же образом науковедение может упорядочить найденные атрибуты науки, но не в состоянии предло-

⁴ То, что мы называем аспектами науки, В. Г. Горохов [63] обозначает термином «система связей», или просто «система» («если рассматривать науку статически, то все системы, выделенные в ней, выступают как разобщенные» [63, с. 214]; автором выделены система знаний, коммуникационная, организационная и другие системы; но в этом случае для системности науки в целом приходится вводить особый термин («суперсистема»), и это подтверждает, что отношение вхождения между наукой и ее аспектами есть своего рода универсалия.

жить алгоритма отыскания всех атрибутов, хотя бы уже потому, что множество «всех атрибутов науки» никогда не является актуально заданным. Если тем не менее новые виды описываются и новые признаки науки и научной деятельности устанавливаются, то это происходит с помощью той или иной эвристики, и логическая проверка применяется только к уже полученным результатам. Поскольку нас интересует развитие науки, проверка должна быть не только логической, но и исторической.

Несколько соображений помогут уяснить меру сложности науки как системы. Многоаспектность (наличие неопределенно большого, теоретически даже бесконечного,— учитывая, что вещи обладают «бесконечно многими качествами»⁵,— числа собственных аспектов) свойственна любой системе выше некоторого критического уровня сложности. Возможно, что этот уровень, рубеж, отделяющий системы сверхсложные от систем ограниченной сложности (формально хотя бы и сложных «бесконечно» по числу возможных подсистем, но не аспектов), лежит где-то между сложностью языка в письменной форме и сложностью живого организма. В настоящий момент для нас важно лишь то, что сверхсложные системы, т. е. системы, описание которых принципиально не в состоянии быть исчерпывающим, существуют. Некоторые из них можно построить исходя из самого определения: системы, описание которых само является их элементом, не могут быть исчерпывающе описаны уже потому, что каждое новое описание изменит их структуру и потребует дополнительного описания.

Для подобных систем имеет место некоторый аналог принципа неопределенности. Очевидно, что наука относится к подобным сверхсложным системам, поскольку речь идет именно о научном описании науки, т. е. о таком, которое само занимает место среди элементов науки. На ту же сверхсложность науки указывает и ее изоморфность природе (разумеется, принципиальная, а не для каждого данного момента развития научных дисциплин). Многоаспектность науки в каком-то смысле есть многоаспектность самой действительности. С этой точки зрения появление новых и новых методик исследования науки, обнаружение все новых ее параметров и аспектов

⁵ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 547.

есть неизбежная и никогда не изживающая себя форма развития науковедения.

Объединение параметров науки в аспекты уже вносит в описание науки как сверхсложной системы некоторую упорядоченность. Из предлагавшихся различными авторами разбиений науки на аспекты следует отметить как наиболее распространенный и, видимо, естественный вариант выделение плана знания (содержания) и плана социального (организационного в широком смысле). При этом употребляется различная терминология, но в общем каждому разбиению науки на аспекты однозначно отвечает и разбиение ее параметрической структуры. Упомянутому варианту соответствуют: разделение «рефлексии на науку», на «методологическую и социальную компоненты» у Н. И. Родного; выделение «информационного и социально-организационного планов» в общении ученых [141, с. 8—9]; выявление «двух органически взаимосвязанных аспектов» науки, ее «гносеологической функции» и ее «стороны... как социального института» у Н. Р. Ставской [183, с. 18—19].

Встречаются и более сложные, многочленные разбиения. Например, Г. М. Добров и А. А. Коренной выделяют в «комплексе связей и отношений, присущих научному труду», четыре группы (аспекта): экономическую, организационно-функциональную, информационно-логическую и социально-психологическую [75, с. 15]. Теми же авторами предложена классификация связей в науке на группы (которые могут быть охарактеризованы и параметрически): «1) по характеру передаваемой информации: устные и письменные; 2) по типу канала связи: официальные и неофициальные и т. д.; 3) по отношению к структуре системы: внутренние и внешние; 4) по степени зависимости: односторонние и двусторонние, непосредственные и косвенные; 5) по ориентировке в пространстве и времени: пространственные, временные, пространственно-временные; 6) по интенсивности: сильные и слабые... 7) по масштабам: между отдельными учеными, коллективами, научными школами, странами» [75, с. 135].

Последовательное проведение системных принципов требует, чтобы аспекты системы не рассматривались просто как внешние друг другу или беспорядочно пересекающиеся, но располагались в модели в известную последовательность или иерархию, отражающую объективное поло-

жение вещей. Необходимо, таким образом, переход от аспектов к уровням. Каждая структура сложной системы содержит множество аспектов, но по отношению к уровням недостаточно сказать, что она содержит их множество: она (структура) сама является последовательностью уровней. Уровень есть частный случай аспекта, а именно аспект, занимающий определенное место в структурной иерархии. В ряде случаев, помимо категорий измерения, уровня и аспекта, эвристически полезной оказывается категория *плана* как объединения ограниченного числа аспектов сложной системы, т. е. такого объединения, которое само является аспектом синтетическим, но не в такой степени, как измерение, и занимает в структурной иерархии определенное место, но не столь строго фиксированное, как уровень (для науки — план организационный, педагогический и т. д.).

Под иерархией мы понимаем последовательность аспектов и планов, расположенных данным образом согласно некоторому единому критерию. Этот критерий различен для различных категорий систем: например, для биологических систем им может быть таксономический объем, и тогда мы получаем иерархию «вид — род — семейство — класс...», или близость к внешнему уровню целостности, и тогда получаем иерархию «клетка — ткань — орган — организм»; для семантических систем критерием может быть, например, идейная выразительность соответствующего уровня (слоя) текста, как в последовательности «идейный смысл — буквальный смысл — грамматика — звуковая оболочка». Но во всех случаях задается некоторый «вектор», определяющий хотя бы условно, высоту организации соответствующего уровня; то, что для некоторого уровня является элементом, для нижележащего уровня выступает как целостность. Понятие иерархии, таким образом, в основном тождественно структуре и отличается от нее тем, что основной упор делается не на инвариантность данной структуры, а на последовательность ее уровней.

Для изучения процессов, происходящих на каждом из уровней, а равно и связывающих их между собой, необходима их параметрическая спецификация, хотя бы неэнумеративная, а в виде критериев и процедур отбора. Подобная спецификация представляет и условие координированного исследования различных уровней науки, из

которых каждый характеризуется своими закономерностями строения и движения [об относительной независимости системных уровней см. 129, 311, 372].

Поскольку уровни суть в то же время аспекты, они удовлетворяют всем требованиям к последним, прежде всего возможности описать («исчерпать») с помощью данного уровня («на данном уровне») систему во всем ее объеме. Например, в организме уровень тканей есть таковой потому, что весь организм без остатка может быть расчленен на ткани (и на органы, атомы и т. д.— все это тоже уровни), и потому, что задано его положение в иерархии. При детальном рассмотрении почти все (возможно, что все) аспекты большой (достаточно сложной) системы распадаются на множества последовательно подчиненных свойств, т. е. выявляет свой иерархический характер. Например, в организме физиологический аспект выступает как молекулярная физиология, физиология клеток, тканей и т. д.; в социальной системе экономический аспект реализуется как экономика элементарных актов производства и присвоения, затем как экономика отрасли, финансы государства и т. д. Дальнейшим критерием того, что на определенном шаге декомпозиции мы получили не просто какое-то множество характеристик, а именно уровень, служит относительная независимость (возможность самостоятельного рассмотрения) полученного множества, а также тот факт, что это множество, будучи интегрирующим для элементов предыдущего (снизу, т. е. более простого) уровня, само выступает в качестве структурного элемента или набора элементов (вообще в качестве менее организованной совокупности) по отношению к следующему уровню.

Уровневое расчленение — один из распространенных приемов системного исследования [112]. И применительно к науке также неоднократно указывалось на различные возможности стратификации. Приведенные выше аспектные классификации превращаются в уровневые, если в явной форме задать «вектор высоты», или смысла, т. е. принять, что информационная сторона науки, выражающая ее специфику (как важнейшее измерение науки), есть смысл существования организационной стороны⁶.

⁶ Вводя это допущение и учитывая тождество иерархии и структуры, мы в дальнейшем широко будем пользоваться данной груп-

Для того же информационного (когнитивного) изменения науки иерархия логических стадий была построена А. Эйнштейном [215, с. 203]. Для различных аспектов науки предлагались и иные иерархии, например последовательность уровней атомарных фактов, информации и знания [141]; различные по своей всеобщности уровни применяемых наукой методико-методологических приемов [28; 171, с. 172]; были зафиксированы уровни сообществ ученых, начиная от «глобального сообщества всех представителей естественных наук» и отраслевых сообществ до отдельных групп ученых [117, с. 231—232].

Последняя из перечисленных иерархий представляет особый интерес из-за ее распространенности и простоты, а также из-за того значения, которое за последние годы оправданно приобрело в науковедении исследование проблем сообщества [141, 143, 156, 261, 262, 284, 289, 319, 360]. Если добавить к этому простоту и относительную дискретность выделяемых в сообществе уровней, то можно считать вполне допустимым выбрать в качестве исходной или «опорной» иерархии для дальнейшего анализа какой-либо вариант иерархии сообществ (будем говорить так для краткости вместо: «иерархии множеств параметров научных сообществ»); пригодна, например, «усредненная» последовательность уровней «наука (как це-

пировкой и поэтому позволим себе ввести для нее сокращенное обозначение: «инфорг-структура». Конкретно мы будем рассматривать ее как состоящую из уровней: информационного (в широком смысле как знания вообще, содержательного или когнитивного плана), неформально-организационного и формально-организационного (институционального). Если мы говорим об организационном уровне вообще, то при этом имеем в виду объединение двух последних уровней. Информационный уровень представляет собой объединение уровня информации в узком смысле и уровня знания. Между организационным и информационным (как и вообще между любыми смежными) уровнями имеются не только прямые каузальные связи, но и параллелизмы, или структурные соответствия. Поскольку они играют важную роль в истории науки, введем и для них термин «инфорг-соответствия». Этот вид соответствия, как и соответствия между «параллельными» уровнями, имеет аналогию (ограниченную) с соотношением между атрибутами в философии Спинозы и является частным случаем обобщенного гомоморфизма. Продуманный вариант иерархии уровней регуляции в сложных системах дан Ж. Пиаже (330), рассматривающим в качестве высшего уровня регуляции уровень «тематизации структур», т. е. регуляцию, осуществляемую в человеческом обществе благодаря использованию достижений научной мысли.

лое) — дисциплина — направление — группа ученых (или отдельный ученый)». Эти уровни будем также называть «опорными». Если какое-либо множество параметров будет представлять собой один из уровней параметрического аспекта науки, то в силу критерия универсальности оно должно пересечься со всеми опорными уровнями, давая на линии пересечения группы параметров науки.

Примененный здесь нами прием выделения опорной иерархии имеет определенное общеметодологическое значение и в той или иной мере фактически используется при системном представлении многих объектов. В общем виде он состоит в выделении некоторого сравнительно простого или по каким-либо причинам более известного в своей структурированности аспекта системы, в пересечении с которым многие другие аспекты предмета исследования распадаются на серию «слоев» соответственно большей или меньшей выраженности их элементов, т. е. параметров или вообще свойств. Здесь мы имеем нечто подобное тому случаю, когда в биологии простейшая иерархия «клетка — ткань — многоклеточный организм — популяция — сообщество — биосфера» уже дает возможность первичной классификации биологических явлений и вычленения многих полноправных, но относящихся только к какому-либо одному из уровней этой (также «опорной») иерархии дисциплин: цитологии (и цитохимии, цитофизики, цитопатологии и т. д.) — для уровня клетки; гистологии (гистохимии и т. д.) — для тканевого уровня; ряда анатомических и физиологических дисциплин — для организменного уровня; генетики популяций — для уровня популяции; геоботаники и биогеоценологии — для уровня сообщества; различных областей «планетарной» биологии — для уровня биосферы. Хотя никакой выбор опорной иерархии не может а priori выявить всех или хотя бы «всех основных» аспектов исследуемого предмета, подходящая опорная иерархия служит отправным пунктом для такого выявления. Иногда она дает возможность более точного разделения между различными дисциплинами, связанными с данным предметом исследования. Так, в биологических науках последнее время плодотворным оказалось разделение экологии (с помощью соответствующей опорной иерархии) на три дисциплины: популяционную экологию, синэкологию (экологию сообществ) и общее учение о биосфере с такими примыкаю-

щими к нему дисциплинами, как охрана природы и космическая биология.

Как уровни инфорґ-структуры, так и опорная иерархия выделены на основании современных данных и представлений о структуре самой науки и лишь опосредованно отнесены к множеству параметров развития науки. Для того чтобы классифицировать непосредственно параметры, обратимся к еще не использованному нами в данной связи взгляду на науку как деятельность. Если рассмотреть деятельность сначала в ее наиболее общих и целостных характеристиках, затем как определенную (например, как процесс производства и распространения новой информации) и, наконец, как «ставший» результат и внешнее количественное выражение этого процесса, мы получим последовательность уровней деятельности (в том числе и научной), обрисованную А. Н. Леонтьевым [119]: «деятельность (как таковая) — действие — операция». Соответственно могут быть выделены некоторые три группы (уровня) параметров науки. Заметим, что те же три группы мы получим, исходя из теоретико-множественного представления в его трех ведущих моментах (мы имеем в виду систему в целом, подсистемы и элементы) или из рассмотрения множества параметров под углом зрения категорий количества, качества и меры; и те же три группы получаются из эмпирического рассмотрения современной науковедческой литературы, которая посвящена либо интегративным вопросам науки, либо коммуникации в сообществах, либо наукометрическим показателям⁷.

Таким образом, выделяются еще три уровня параметрической структуры науки, которые мы в дальнейшем преимущественно будем называть параметрическими. Первый из них включает параметры методологической ос-

⁷ Приведем одну из имеющихся в литературе аналогий для выделенных параметрических уровней. И. С. Алексеев выделяет применительно к категории структуры три группы «понятий, с помощью которых конкретизируется ее содержание... В первую группу (аспект структура «в целом») входят понятия, отражающие характеристику вещей, свойств и отношений *на уровне целого*... Во вторую группу (аспект элементов структуры) попадают понятия, отражающие характеристики вещей, свойств и отношений *на уровне элементарных частей той же предметной области*»; к третьему же аспекту «относятся понятия, устанавливающие определенную связь между аспектами структура «в целом» и «элементы структуры», т. е. описывающие собственно способ связи частей в целое» [4, с. 121—122].

нащенности и институциональной интеграции науки, второй — параметры информационного обмена (взаимодействия) в сообществах и между ними, третий — параметры, являющиеся выражением суммирования усилий (операций) отдельных ученых или вообще выражением результатов научной деятельности, взятых в их отвлечении от самой этой деятельности, т. е. в количественном выражении. Далее рассмотрим группы параметров, полученных на пересечениях этих трех параметрических уровней, т. е. уровней интегративных, коммуникационных и масштабных параметров, с уровнями опорной и информационно-организационной структур.

§ 3. Группы параметров

Тройное пересечение опорной, информационно-организационной и параметрической иерархий (структур) разбивает множество параметров развития науки на ряд дискретных групп, каждая из которых описывает некоторый существенный аспект науки и в то же время относительно обособлена от остальных. Если в трех перечисленных иерархиях мы выделим соответственно A , B и C уровней, то естественных групп параметров должно быть, очевидно, $A \times B \times C$. С точки зрения наглядности удобно рассматривать эти группы по отдельным параметрическим уровням, для каждого из которых должно существовать $A \times B$ естественных групп; поскольку инфорг-структура строится тремя уровнями, а опорная иерархия — четырьмя, на каждом параметрическом уровне мы в общем случае получаем $A \times B = 12$ естественных групп параметров. Конечно, не все из них могут быть в полной мере выражены на всех исторических этапах развития науки. Аналогично, если каждый параметр (и соответственно каждая естественная группа параметров) характеризует, как мы говорили, «всю» систему, это не означает, однако, что все параметры (и их группы) равноценны в смысле своего отношения к целостности системы (в данном случае — науки и ее развития).

Относительная самостоятельность каждого из параметрических уровней проявляется в том, что на них действуют присущие именно им закономерности и ограничения. На уровне интегративных параметров существуют закономерности институционализации и социально-мировоззренческой роли науки; на уровне параметров

коммуникационных (в широком смысле связанных с процессами производства и распространения знаний в научном сообществе) — принципы функционирования исследовательских объединений; на уровне масштабных характеристик — известные разновидности распределения по Г. Ципфу, экспоненциального, логистического и т. д. роста. Но закономерности роста объема науки сами по себе не характеризуют ее целостности; для того чтобы охарактеризовать науку с этой точки зрения при помощи масштабных показателей, мы должны обратиться к той их подгруппе, которая соответствует имеющимся в науке соотношениям между различными параметрами (прежде всего параметрами объема науки).

Иными словами, множество масштабных характеристик науки должно быть разбито на подмножества, во-первых, параметров объема науки и, во-вторых, параметров соотношений или пропорций между параметрами объема. Ко второму подмножеству могут быть отнесены также и соотношения между характеристиками высших уровней: между экспериментальным и теоретическим подходами, между различными формами институционализации и т. д.; но эти характеристики должны браться в их объемном смысле, например, соотношение между экспериментом и теорией предстает как отношение объема экспериментальных и теоретических работ. Таким образом, к первому из подмножеств масштабных параметров — к подмножеству параметров объема — следует отнести число публикаций, патентов, открытий, исследовательских центров, журналов, ученых и т. д., а также скорости изменения этих показателей, позволяющие в ряде случаев непосредственной экстраполяцией прогнозировать будущие показатели объема научных исследований. Ко второму подмножеству относятся, например, соотношения между объемами или скоростями роста исследований — теоретических, с одной стороны, и прикладных — с другой (или между военными и гражданскими, государственными и частными и т. д. исследованиями).

С точки зрения системного подхода существен вопрос, относятся ли оба выделенных подмножества к категории «уровней». Первое подмножество удовлетворяет всем критериям уровня, поскольку охватывает всю науку: все феномены организации и информации имеют свою числовую сторону. При нулевом значении основных компонен-

тов этого подмножества, т. е. при отсутствии научных работников, при нулевом объеме выполняемых исследований и т. п., система науки перестает существовать.

Сложнее обстоит со вторым подмножеством, поскольку ни уменьшение или даже остановка прироста различных показателей, ни их коренная диспропорция (например, абсолютное преобладание прикладных исследований над теоретическими) не означают исчезновения науки. Поэтому совокупность соотношений между количественными параметрами ни при каком ее построении не может «исчерпать» всей науки, хотя и может рассматриваться как относительно самостоятельная плоскость анализа, промежуточная между низшим (параметры объема науки) и высшим (параметры сообщества) уровнями параметрического описания науки. Для подобных комплексов, которые неполностью удовлетворяют критериям уровня, можно предложить название — «частичные уровни». Во всяком случае это явление нередко встречается при описании сложных систем, а наша задача как раз и состоит в таком описании. В полном соответствии с понятием частичного уровня можно ввести и понятие частичного аспекта. Например, множество клеток организма обычно рассматривается как аспект или (если учитывать положение этого множества в опорной иерархии) уровень структуры организма, однако в последнем может присутствовать и внеклеточное вещество, и уже поэтому клетки образуют лишь частичный аспект или частичный уровень, хотя и с фиксированным местом в иерархии структурных уровней организма в отличие от тканей или органов, образующих уровни в полном смысле термина (ибо они исчерпывают собой весь организм, в котором нет ничего «внетканевого» или «внеорганный»).

Табл. 1 резюмирует построенную в настоящей главе группировку параметров науки. На пересечении двух «тетрад» (опорной и параметрической иерархий) мы получили 16 пучков параметров — число, разумеется, условное и зависящее от дробности избранной стратификации. Например, если бы мы вставили между «дисциплиной» и «отдельными учеными» не один, а два опорных уровня — «область» и «направление», как это сделано в работе Т. М. Петровой [159], получилось бы уже 20 групп. Эмпирический момент и соображения удобства в использовании необходимо присущи практической классифика-

Таблица 1

Группы параметров развития науки

Опорный уровень	Уровень интегративных параметров	Уровень коммуникационных параметров
Мировое сообщество ученых	Параметры научного потенциала, информационной (рост методологической оснащенности) и институциональной интеграции	Показатели интенсивности научной жизни (в стране, в определенную историческую эпоху)
Сообщество специалистов по отдельной дисциплине	Степень интегрирующего значения отдельных отраслей знания и междисциплинарных сфер исследования. Организующая роль научно-исследовательских институтов и отраслевых центров	Интенсивность коммуникации в отдельных отраслях. Параметры циркуляции отраслевых и междисциплинарных потоков информации
Представители одного научного направления	Интегрирующая роль отдельных направлений и деятельности лабораторий и других суботраслевых научных центров	Параметры выраженности и роли суботраслевых структур в научной коммуникации
Отдельные ученые или микрогруппы ученых	Параметры, связанные с ролью открытий и деятельности инициативных групп ученых в интеграции науки	Психологические и другие показатели способа вхождения отдельного ученого в научное сообщество

ции параметров, что видно и на примере проведенного нами выделения частичного уровня соотношений (пропорций). Неизбежный момент эмпиризма при анализе систем со стороны их параметрической структуры не препятствует тому, что требование провести такой анализ не случайно, но выдвигается внутренней логикой развития системного подхода. Без исследования и классификации параметров модель не может отразить реального сходства и различия систем, специфики их функционирования; не может быть достигнута сравнительно-историческая конкретизация, проанализирована системообразующая роль основных факторов и параметров.

А. «Частичный уровень» пропорций науки	В. Уровень параметров объема науки
Соотношения теоретических и прикладных, естественно-научных и гуманитарных, военных и гражданских, частных и государственных исследований	Общий объем проводимых исследований, материальное обеспечение, объем и прирост научного продукта
Параметры распределения научных сил, средств, инструментария между дисциплинами	Параметры, определяющие разнообразие научных дисциплин (их число, степень охвата всего фронта исследований) в данном системном состоянии науки
Параметры динамики соотношений между различными научными направлениями. Соотношения, характеризующие структурированность различных областей науки (их расчлененность на направления)	Количественные характеристики, определяющие разнообразие научных направлений, областей исследования, школ и других суботраслевых единиц
Количественные соотношения между категориями научного персонала, формами деятельности (научной, информационной, организационной) «среднего ученого»	Численность научных кадров, число публикаций, открытий, изобретений и других индивидуальных актов, влияющих на развитие науки

Каждый из четырех столбцов табл. 1 соответствует некоторому параметрическому или частичному уровню. Дальнейшая спецификация внутри параметрических уровней возможна двояким способом, и соответственно полученный «параметрический образ» науки будет уже не двумерным (как в табл. 1), а четырехмерным, чего, разумеется, нельзя отразить с помощью таблицы. А именно, помимо опорной и параметрической иерархий, мы можем использовать еще инфорг-структуру и диахроническое рассмотрение.

Конкретизация полученных групп параметров будет произведена нами (в гл. II—V) прежде всего с по-

мощью привлечения третьей из выделенных нами структур науки, не использованной явно в табл. 1, т. е. с помощью информационно-организационной иерархии. И далее мы должны располагать некоторой периодизацией, которая позволила бы дать классификацию уже не отдельных параметров, а их значений в разные эпохи.

В конечном счете такая периодизация в полном виде опять-таки может выступать только как итог исследования, как последовательность обособленных комплексов естественных групп параметров, т. е. как серия системных состояний науки (см. гл. VI). Кроме того, для различных групп параметров периодизация может и не совпадать. Полностью общепринятой (в том числе и в отечественной литературе) периодизацией истории науки, основанной на сдвигах в производительных силах и производственных отношениях и на соответствующих этим сдвигам изменениях в строении науки, мы пока не располагаем. Однако в качестве первого приближения можно взять «усредненную» периодизацию, обоснованную в ряде работ [21, 70, 83, 114] и заключающуюся в выделении древнейшей (догреческой) стадии развития науки, греко-эллинистической, римско-средневековой (латиноязычной), стадии Возрождения и Просвещения, «классического» периода конца XVIII — первой трети XX в. и фазы современной научно-технической революции. Законность (но, конечно, не единственность) такой периодизации может быть прослежена на примере исторического хода изменения таких интегративных параметров, как степень и характер институционализации науки или выраженность единой естественно-научной картины мира.

Древнейшей (или, употребляя термин, нередко применяемый в историографии различных сфер культуры, архаической; см., например, [56, с. 63]) стали свойственны отсутствие институционализации науки и ее связь с верой в определенность всей цепи явлений трансцендентными принципами типа «дао» или «кармы»; греко-эллинистической стадии — объединенная институционализация естествознания совместно с философией, отчасти с искусством и т. д. в центрах типа Ликеея или Александрийского музея, а в отношении картины мира — убеждение в имманентной детерминации живой и неживой природы на основе внутренней целесообразности; для римской и средневековой фа-

зы характерны попытки институционализации науки (точнее, тех или иных форм схоластического теоретизирования) в придворных «академиях» типа Атенеума императора Адриана или кружка Карла Великого, а также стремление обосновать картину мира идеями мудрости творца и целесообразности явлений по отношению к этой мудрости и к благу человека, т. е. в обоих отношениях (и для институционализации, и для картины мира) имел место определенный возврат к древнейшей стадии, но уже на совершенно новом уровне теоретического мышления.

Нечто подобное имело место и в индийской средневековой схоластике [168]. Университетской и демократически-кружковой институционализации науки Возрождения отвечает на информационном уровне картина мироздания как открытой системы, полной творческих сил; в эпоху Просвещения на первый план выступают академическая институционализация и специализация, а информационно — идея гармонии мира, осуществляемой через механический детерминизм. В «классический» период вырабатываются институционализация на базе системы академических, университетских и лабораторных (нередко частных) центров и детерминистская картина мира на базе представления о естественном ходе событий (актуализм). Это представление находит свое дальнейшее углубление в стохастическом обосновании детерминизма, свойственного современной, «постклассической», стадии, для которой характерна также институционализация науки в качестве всепроникающей производительной силы (комплексные проекты, государственная регуляция), получающая свое наиболее полное выражение на базе социалистической организации общества.

Разумеется, эта схема чрезвычайно упрощена, и различные стадии институционализации и выработки детерминистской картины мира выступают как значения некоторых параметров лишь при условии, что мы расположили их в линейный ряд на некоторой (в данном случае исторической) шкале. Однако при замене «параметров» на «признаки» суть периодизации не изменится, а выбор в качестве иллюстрации именно интегративных показателей способствует подтверждению комплексного характера приведенной параметрической периодизации, что для данного этапа анализа существенно и достаточно; для нас важнее довести нашу классификацию до естественных групп па-

параметров, чем до отдельных параметров, и этим определяется и периодизация, которой мы будем следовать в гл. II—VI.

Рассмотренная нами четырехмерная схема «пространства-времени» параметров развития науки позволяет по-новому взглянуть на предложенные ранее классификации аспектов науки. Так, полностью оправдывается введенная М. Г. Ярошевским [223] трехаспектная схема, с учетом того, что «предметно-логическая координата» соответствует информационному уровню инфорг-иерархии, социальная — организационному (в широком смысле), а психологическая приобретает полный смысл в иерархии параметрических уровней, а именно на одном из них — на уровне коммуникационных параметров. Психологическая координата, как нам представляется, отвечает естественной группе параметров, характеризующих способ вхождения отдельного ученого или минимальной группы ученых (авторский коллектив одной статьи и т. п.) в научное сообщество. Исследование входящих в эту группу психологических параметров составляет цель особой области науковедения (психологии научного творчества и общения). В эту же естественную группу входят показатели, отражающие степень вовлеченности ученого или группы ученых в процесс производства и распространения научной информации (см. табл. 1).

Подобно психологическим, и наукометрические показатели находят свое место среди естественных групп параметров науки, в основном в качестве совокупности групп, относящихся к уровню объема науки. Существенно, однако, что наукометрические показатели при данном способе рассмотрения не выступают как нечто наиболее первичное для науковедческого исследования. Последнее, как и всякое научное исследование, является структурированным, и анализ наукометрических показателей, равно как и психологических, интегративных и т. д. параметров, представляет различные уровни исследования. Однако эти уровни не могут быть отождествлены или поставлены в однозначное соответствие с уровнями структуры объекта исследования, например с уровнями параметрической структуры науки. В частности, если мы можем начать параметрический анализ с рассмотрения параметров объема науки как наиболее редуцированных, то проведенное выше критическое рассмотрение целей и возможностей этого

анализа само представляет собой некий предварительный уровень, или «нулевое измерение», анализа, отсутствующее у его объекта. Очевидно, что математический аппарат наукометрии не может использовать этот уровень в качестве своего инструмента, поскольку речь идет именно о выяснении значения наукометрических показателей и их места в комплексе параметров развития науки.

В этом смысле параметрическое и в более широком плане системное исследование науки представляет собой предпосылку ее дальнейшего конкретного (науковедческого) изучения. Поскольку же системное исследование содержит и существенную эмпирическую сторону и предпосылка дальнейшего изучения есть и в теоретическом, и в практическом смысле итог предшествующего изучения, неформальный аппарат системного подхода образует в науковедении существенный компонент также и высших (конечных) уровней исследования. В какой-то мере это относится и к параметрическому анализу, хотя последний представляет собой лишь один из участков, причем узкий участок или отрезок области системного подхода.

Выделив естественные группы параметров, объединенные в уровни, соответствующие уровням деятельности, мы можем проверить логичность произведенного выделения с помощью различных вариантов декомпозиции полученных уровней и естественных групп параметров. Так, для уровня интегративных параметров возможно разложение показателей результативности науки на информационные параметры; для коммуникационных параметров — переход от анализа коммуникации вообще к числовой характеристике конкретных процессов коммуникации, переход от целевой функции к расчету требуемых для ее выполнения средств. В результате последней декомпозиции мы приходим к множеству масштабных (наукометрических) показателей науки.

В типичном случае разложение не может быть абсолютным, иначе интегративный и коммуникационный уровни были бы целиком сведены к числовым характеристикам. В то же время оно достаточно полно, чтобы количественные показатели составляли уровень параметрической структуры и исчерпывали «всю» науку, подобно тому как множество слов исчерпывает «весь» язык (хотя кроме них имеются еще фонемы, предложения и вообще элементы иных структурных уровней). Это свойство (критерий)

исчерпывания пригодно для установления не только того, служит ли данное множество параметров уровнем параметрической структуры, но и того, является ли данная группа параметра естественной, поскольку естественную группу параметров мы определили как пересечение двух (или более) параметрических уровней.

Проблема выделения естественных групп параметров тесно сопряжена с вопросом о системообразующих факторах и связях в истории науки, поскольку в принципе каждая группа, чтобы быть естественной, должна располагать некоторым принципом единства или системообразующим фактором.

Для проникновения в структуру комплекса системообразующих факторов науки необходимо выявление связей, соответствующих взаимовлияниям науки и ее культурных контекстов. Новые возможности анализа истории, науки, открываемые системным подходом, способствуют приближению науковедения к конкретным задачам не только истории науки, но и ее прогнозирования, и благоприятствуют также решению собственно науковедческих проблем, поскольку, как отмечено С. Р. Микулинским [132, с. 23], история науки и история техники «являются фундаментом... науковедения», причем «включение их в науковедение не означает потерю каждой из них своей специфики».

Построение науковедческих моделей подразумевает, таким образом, диахроническое изучение всего комплекса системообразующих факторов науки, причем как современной, так и стадий развития науки, предшествовавших возникновению современной науки с ее естественнонаучно-экспериментальными и другими методами. Только такое диахроническое изучение может приблизить нас, в частности, к адекватному пониманию тех моментов в истории науки, когда факторы, существовавшие в виде предпосылок следующего этапа становления науки, объединялись в комплекс высшего уровня и в ходе этого объединения также и сами меняли свою природу, становясь системообразующими факторами и затем кардинальными параметрами науки. Эти узловые моменты синтеза науки как системы в той или иной форме неоднократно были выражены в истории и воспроизводятся также и сейчас, например, при воссоздании научной жизни в развивающихся странах после предшествовавших усилий по трансплантации науки.

Подобного рода узловые моменты, представляющие со-

бой полную перестройку всего комплекса системообразующих факторов науки, неоднократно повторялись в истории науки в виде «научных переворотов», затрагивавших ряд дисциплин, и в виде сдвигов в организации науки. К наиболее ярко выраженным среди таких переворотов относятся возникновение науки современного типа в Европе в XV—XVI вв. и появление «большой науки» со всеми ее атрибутами [165] в XX в. В первом случае речь идет в полном смысле о «науке в целом», включая как гуманитарные, так и естественные науки, хотя, конечно, не в современном объеме; во втором — преимущественно о естественных науках, но зато с акцентом на их прикладном применении, заметным во всех областях современной научно-технической революции (НТР).

В обоих этих случаях мы имеем дело с периодом, когда наука уже сформировалась как автономная система, необратимо развивающаяся и авторегенеративная, т. е. непрерывно воспроизводящая себя на более высоком уровне. Однако интерес для системного понимания науки представляют и «неудачи» ее формирования, те многочисленные исторические случаи, когда складывались отдельные направления исследования, делались открытия, находившие также и практическое применение, и т. д., но естествознание в современном смысле, с такими признаками, как экспериментальная методология и самостоятельная институционализация, не возникало.

Вопрос о том, имелась ли в таких случаях наука или лишь «преднаука» и т. п., имеет в основном терминологическое значение. Мы присоединяемся к тем авторам, которые рассматривают развитые (хотя и не вполне систематизированные) формы доренессансного и даже догреческого знания о природе как науку. Такая точка зрения находит повсеместное признание [21, 35, 270, 277, 290]; и здесь надо лишь добавить, что эти формы заключали в себе не только науку, но именно науку как систему, хотя и не на современном уровне целостного функционирования.

Соответственно системообразующие факторы науки должны анализироваться в плане не только синхронии, но и диахронии с учетом того, что параметрическая (вообще атрибутивная) структура комплекса системообразующих факторов — это в конечном счете те, что наиболее отличает сложную систему от других, сравнимых с ней по масштабным параметрам, например науку в одной стране

от науки в другой, или науку, скажем, в цивилизациях Древнего Востока от мифологии в тех же цивилизациях, или, наконец, некоторую одну область исследований от другой, сходной по масштабам работ, но отличающихся по их предмету и методу. При этом параметры, на данном этапе являющиеся для системы масштабными, вовсе не обязательно должны были исторически предшествовать в этой форме «надстроенным» над ними системообразующим факторам. Например, такой важнейший для науки субстратный параметр, как ее финансирование, в обособленном виде возник не ранее конца XIX в., т. е. на сравнительно поздней стадии институционализации науки. До этого же оно было в основном частным делом исследователей, и о финансировании «науки в целом» можно говорить лишь весьма условно, добывая разрозненные сведения о нем из случайных упоминаний об оплате труда тех или иных ученых. В то же время о таких системообразующих факторах «малой науки», как ее информационное содержание или прикладное значение, мы располагаем гораздо более обширными данными. На примере финансирования науки мы видим, как параметры низших структурных уровней сначала отстают от параметров высших и организуются ими, а затем, по мере того как они приобретают регулярный характер, сама эта регулярность становится необходимым системообразующим фактором науки, и в случае, например, нарушения регулярности финансирования происходит уже деструкция науки, а не ее реверсия к предшествующей фазе. В подобных случаях возможность взаимодействия и взаимоограничения параметров ведет к важным последствиям, среди которых упомянем объяснение (в общем виде) баланса и уравновешенности исторически сложившихся систем («экономия природы»), а также обоснование возможности для системы функционировать именно как данная конкретная система (принцип спецификации). На целесообразно действующие системы необходимость сохранения баланса накладывает ограничение в возможности достижения целей. Система может достичь одновременно нескольких стоящих перед ней целей только в том случае, если суммарный «расход» некоторого обобщающего параметра на все эти цели не превышает критической величины. Для работника таким обобщающим параметром может быть, например, время, для организации вообще — энергетические запасы, для государства — денежные

средства и т. д.; соответствующие параметры могут играть в этих случаях роль системообразующих факторов.

Отыскание и изучение системообразующих факторов позволяет более конкретно представить взаимоотношение различных естественных групп параметров. Если это отношение и выступает, по крайней мере внешне, как формальная иерархическая подчиненность или соподчиненность, то оно несет все же и функциональную нагрузку, поскольку системообразующие факторы различных групп и уровней взаимодействуют. Так, на уровне масштабных и коммуникационных параметров сказывается влияние системообразующих факторов интегративного уровня, в частности характера институционализации науки (в организационном плане), картины мира (в плане информационном), оценки (престижа) науки в обществе. Эти и другие факторы, выступая как системообразующие, могут быть представлены и параметрически, а в ряде своих проявлений даже количественно (например, когда престиж науки выражается в определенном размере субсидирования). На материале оценки науки видно, каким образом системообразующий фактор может быть многомерным или сложным параметром, поскольку содержит в себе как методологические, так и организационные аспекты, специфический вид равновесия между которыми характеризует и специфическую форму, которую наука примет в данном государстве или цивилизации. На уровне коммуникационных параметров системообразующую роль играют показатели, связанные с институциональными факторами, в первую очередь с некоторой структурой научного коллектива, соответствующей данному уровню развития науки и данному ее положению в обществе. Масштабные характеристики в контексте показателей высших уровней также могут приобретать системообразующую роль; например, в современных условиях возможно ускоренное развитие «большой науки» или по крайней мере каких-то ее направлений под таким сравнительно «простым» воздействием, как резкое увеличение финансирования соответствующих отраслей «при прочих равных условиях».

Различие в наборе системообразующих факторов, связанных с теми или иными уровнями параметрической структуры науки, говорит о том, что множество системообразующих факторов науки может быть упорядочено; факторы, играющие системообразующую роль для конкрет-

ных этапов развития науки, могут быть расположены в некоторую матрицу. В таком случае каждый крупный этап развития науки должен характеризоваться матрицей, которую мы будем называть «эпистемогенной». Слово «матрица» подходит к комплексу системообразующих факторов в обоих своих смыслах, потому что этот комплекс, во-первых, представляет собой упорядоченную совокупность нормирующих элементов и, во-вторых, определяет собой облик данного системного состояния науки, который «матрицируется» со своего системообразующего комплекса. Представляется оправданной или по крайней мере заслуживающей проверки гипотеза, что эпистемогенные матрицы играют значительную, быть может, ведущую роль в определении того специфического характера, который наука приобретает в данную эпоху.

В нашей работе мы не будем подробно останавливаться на вопросе об эпистемогенной матрице и ее свойствах. Отметим лишь, что на наиболее ранней стадии формирования знания главную эпистемогенную роль играет труд как целесообразная деятельность вообще, позже — более конкретизованные формы совместного труда, труда земледельца, ремесленника, мореплавателя, находящие себе выражение в создании перманентных центров накопления знания. На следующей фазе ведущее значение для становления науки получают формы всеобщего труда, зачатки которых представлены, например, в цеховой структуре [108]; далее — техника, для обслуживания которой требуется все более непосредственное вмешательство науки; наконец, на стадии современной научно-технической революции решающее, т. е. эпистемогенное, значение для формирования системы знания приобретают освоение космоса, электроника, инженерная биология и другие комплексы системообразующих факторов, немыслимые без высокоразвитой научной базы. Эти этапы формирования эпистемогенной матрицы легко могут быть соотнесены с данной выше периодизацией развития групп параметров.

Наука, рассматриваемая в качестве системы, представляет собой сложный комплекс многочисленных структурных аспектов, следовательно, и возможных планов описания, среди которых определенную роль играет и групповое выделение параметров. Внесение элементов регулярности в это выделение позволяет заключить, что по крайней мере некоторые из применяемых к анализу функцио-

нирования науки методик (например, анализ кривых роста науки или методы изучения психологических показателей научной деятельности), на первый взгляд имеющие между собой мало общего, представляют собой частные случаи подхода с позиций выделения и сравнения параметров. В качестве дальнейшей задачи в этой области следует рассмотреть возможность выработки уточненных критериев отбора параметров с точки зрения их перспективности для конкретных науковедческих работ.

Рассмотрение отдельных слоев параметрической структуры естественно начать с уровня параметров объема науки, поскольку это в сущности те показатели, которые наиболее часто имеются в виду, когда говорят о параметрах развития науки. Не будем останавливаться на вопросе, в какой мере это связано как раз с «объемным» преобладанием в науковедческой литературе недавнего периода работ, посвященных этим показателям, в какой — с привлекательностью приемов прямого подсчета, позволяющих надеяться сразу на объективный результат. Во всяком случае польза от исследования параметров объема и законов их роста не подлежит сомнению.

Но следует иметь в виду и то простое положение, что эти параметры представляют собой лишь один из уровней в структуре науки. Иначе анализ объема науки запутывается в парадоксах, таких, как невозможность и одновременно неизбежность неограниченного экспоненциального роста, и мы впадем в своего рода наукометрический фетишизм, принимая ссылки и публикации, кривые и распределения за своего рода самостоятельное бытие. Даже сам уровень масштабов науки не может быть полностью охарактеризован числовыми показателями⁸. Не только в плане детерминации, но и в плане описания изучения параметров объема науки необходимо прежде всего для того, чтобы прорваться дальше этих параметров, к характеристикам, присущим науке в ее собственной и специфической сфере. И только после этого, учитывая коммуникационные и интегративные свойства науки, мы можем в полной мере оценить и значение масштабных показателей.

⁸ «Статистическое вдвое, втрое далеко не то, что арифметическое. Одно из этих наук дальше чисел именованных нейдет, в другой же и числа-то оживают. Пропорция между ними выходит не простое число, а уже мысль, красота и слово», — писал еще в 1846 г. русский философ, декабрист Г. С. Батеньков [13, с. 71].

ПАРАМЕТРЫ ОБЪЕМА НАУКИ

В ряде случаев мы можем в какой-то мере характеризовать состояние науки в данной стране или в некоторую эпоху, просто назвав определенную цифру, например численность научных кадров или сумму, отпускаемую на финансирование исследований, или число публикаций. Нередко бывает весьма соблазнительно ограничиться подобными простыми и статистически достоверными показателями; это способствовало тому, что (особенно до начала 60-х годов) на первый план в науковедении выдвигалось изучение экспоненциальных и других кривых роста числовых параметров, которые к тому же весьма наглядно иллюстрировали гигантский рост масштабов современной науки.

В настоящее время такое преувеличение роли числовых показателей в значительной мере преодолено. Это преодоление исторически связано с изменениями в области методологии науковедения, вкратце описанными нами во введении и произошедшими в конце 50-х — начале 60-х годов. Перед этим на основе закономерностей экспоненциального роста и брэдфордского распределения по порядкам элитности в соответствии с законом Ципфа — Парето усилиями многих авторов была создана рабочая концепция, во-первых, в достаточной мере общепризнанная, во-вторых, охватившая всю науковедческую проблематику того времени и, в-третьих, давшая удовлетворительный инструмент или модельный образец для решения многих конкретных задач.

Такую концепцию, которая удовлетворяет перечисленным требованиям применительно к какой-нибудь дисциплине, можно назвать парадигмой данной дисциплины [117], хотя этим термином нередко злоупотребляют, рассматривая «парадигму» в качестве излишнего синонима слов «теория», «концепция» или «установка». Среди задач,

решение и, что, может быть, еще важнее, сама постановка которых стала возможна с оформлением экспоненциальной парадигмы, можно назвать исчисление и прогнозирование темпов роста естественнонаучных дисциплин, а также моделирование распределения работ по странам (примеры см. на с. 109—114). Для дальнейшего развития науковедения существенно, что гипотеза лавинообразного и кумулятивного роста науки вскрыла ряд вопросов, которые не могли быть разрешены в рамках этой гипотезы, — положение, характерное вообще для момента кризиса в некоторой научной дисциплине.

Выход оказался возможен и в значительной мере был достигнут благодаря учету роли других, высших уровней параметрической структуры развития науки. Однако обращение к этим уровням не снижает ценности количественных данных. Наоборот, только в рамках более целостного понимания науки как системы данные по количественному росту науки приобретают полный смысл. Положение здесь приблизительно то же, что и в других сложных системах, где анализ низших уровней организации (например, в биологии — физического и химического, в лингвистике — фонетического и т. д.) не отменяет необходимости анализа высших уровней, но служит для него предпосылкой.

Так же, как и параметры всех уровней структуры науки, числовые показатели распадаются на организационные и информационные, причем между этими группами существует корреляция. Так, мощность приборов не может быть увеличена дальше известного предела без приращения в финансировании; число публикаций как-то связано (хотя далеко не ясно как) с числом открытий.

Благодаря наличию многообразных корреляций между организационным и информационным уровнями, т. е. того, что мы в § 2 гл. 1 определили как инфорг-соответствие, параметры объема публикаций и т. д. проявляют определенный параллелизм с параметрами объема знаний, а также и с такими, которые (как, например, мощность приборов или точность измерений) характеризуют объем знаний опосредованно. При параметрических сопоставлениях различных систем организации науки объемными параметрами следует пользоваться с осторожностью, поскольку, например, превосходство в численности научных кадров при отсутствии такового в научной продукции означает

Таблица 2
Группы параметров объема науки

<i>Опорный уровень</i>	<i>А. Информационный уровень</i>
1. Индивидуальный исследователь	Усредненные по различным категориям научных работников характеристики объема знаний, которым располагает отдельный ученый и генерируется им
2. Научный коллектив	Параметры объема информации, генерируемой (наличной) в научном коллективе
3. Отраслевое сообщество	Объем сведений и результатов, полученных (получаемых) в данной отрасли. Внешнее выражение этого объема (число публикаций, патентов и т. д.). Развитие инструментов исследования в данной области (числовые характеристики приборов, методик и т. д.)
4. Сообщество ученых (естествоиспытателей) в целом	Характеристики итогового объема знаний, вырабатываемого всемирной наукой. Параметры мировой научной продукции (ее содержания)

недостаток эффективности на единицу измерения. Этот факт связан с более общим положением о том, что развитие науки нетождественно увеличению количественных показателей. Не рост масштабов науки определяет рост ее эффективности, а рост эффективности имеет своим косвенным последствием рост масштабов.

Авторы ряда исследований роста масштабов науки непосредственно заключали о нем на основании возрастания тех или иных числовых параметров, которое предполагалось первоначально параболическим, а затем экспоненциальным. Это упрощение, но во всяком случае правомерное. Например, гораздо справедливее определить ученого как «человека, который сделал хотя бы одно научное открытие», чем как «человека, который опубликовал

В. Неформально-организационный

С. Формально-организационный

Параметры объема информации, генерируемой или употребляемой отдельными учеными в неформальных группах и распространяемой неформальными средствами

Объем «невидимых колледжей» и их деятельности, численность (и число) неформальных групп специалистов и другие параметры внешнего выражения неформальной организованности научных коллективов

Объем деятельности данного дисциплинарного сообщества, выраженный в неформальных показателях (продукция идей, обширность сети неформальных исследовательских ячеек)

Неформальные показатели объема деятельности сообщества естествоиспытателей (идейного фонда мировой науки, ее прогресса в различных направлениях)

Объем публикаций, патентов и т. д., приходящийся на те или иные категории индивидуальных ученых

Объем печатной продукции, производимой научным коллективом. Численность персонала отдельных организационных ячеек и их число в рассматриваемой дисциплине

Число отраслевых центров, журналов и прочих информационных средств в данной отрасли; численность дисциплинарного сообщества

Параметры мировой научной прессы; число ученых, институтов, научных центров (во всем мире)

хотя бы одну статью». Но измерять открытия гораздо труднее, чем публикации, и поэтому наукометрия практически обычно оперирует с числом публикаций, ссылок и тому подобными показателями. В этой связи нередко говорится не о «росте масштаба науки», но просто о «росте науки», хотя на самом деле это, конечно, различные вещи.

Что касается кривой роста, она может быть в некоторых случаях параболической, чаще же — экспоненциальной; при соответствующем подборе коэффициентов для любого конечного отрезка времени можно сблизить экспоненту и параболу так, что практически разность между их значениями будет незначительна. Хотя экспонента растет быстрее параболы, всегда можно найти участок, где последняя будет ее обгонять или приближать.

Для определенных участков развития науки может быть характерен также линейный [82] или гиперболический [206] рост, или сочетание этих видов роста друг с другом и с экспонентой. В целом существенно, что масштабы науки растут очень быстро, лавинообразно, но конкретная форма, которую примет этот рост, зависит от содержательных факторов, действующих на рассматриваемом участке научного фронта.

Кривые роста масштабов науки, выводимые различными авторами, касаются в основном XIX—XX вв., редко затрагивают XVII—XVIII вв. (период после появления первых научных журналов) и почти никогда — более ранний период, что и естественно, поскольку для этого времени вряд ли можно добиться какой-либо выравненности кривых. Тем не менее для полноты картины следует сказать здесь несколько слов и об этих более ранних эпохах в той мере, в какой нам это позволят обрывочные свидетельства источников (Попытка классификации параметров объема науки дана в табл. 2.)

§ 1. Параметры объема древней и средневековой науки

Наиболее трудно и вряд ли даже возможно охарактеризовать с количественной стороны древнейшие, доинституциональные формы знания. Отметим, что в рассматриваемом отношении они сравнительно неоднородны. Здесь мы должны констатировать отклонение от общей закономерности, согласно которой по мере прогресса некоторой эволюционирующей системы, например биологического таксона, она переходит ко все более выровненному, «гомоморфному» состоянию [50]. Известно, что уровень техники для различных, порой весьма далеко отстоящих друг от друга палеолитических культур во многих случаях сходен. Естественно заключить, что сходная однородность характеризует и древнейший уровень донаучных знаний.

«Сделанные из ископаемого дерева шелльские отщепы, грубые рубящие орудия и ручные рубила Бирмы ничем существенным не отличаются от изготовленных из обсидиана отщепов, грубых рубящих орудий и ручных рубил Армении и от кремневых отщепов, грубых рубящих орудий и ручных рубил Франции» [37, с. 55]. Это касается каменного века. Однако и к позднейшим эпохам полностью при-

менимо замечание Дж. Бернала относительно того, что «технический уровень, которого достигли все аграрные цивилизации, был очень схож. Благодаря бродячим ученым приносящие пользу интеллектуальные идеи — математика, астрономия и, в меньшей степени, алхимия — также были разнесены почти повсюду и имели тенденцию образовать новую совокупность знаний, толкуемых различным образом с тем, чтобы приспособить их к преобладающим традиционным и религиозным идеям. По крайней мере до XV в. 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» [21, с. 665].

В самом деле, мы находим, что в истории человечества неравномерность достижений, резкое расхождение в темпах развития между разными цивилизациями представляет сравнительно позднее явление. Так, в области накопления химических знаний в течение предалхимического периода истории химии для представителей самых различных ранних цивилизаций характерно знакомство с одними и теми же девятью химическими элементами в очищенном виде: с золотом, серебром, медью, оловом, железом, ртутью, свинцом, углеродом (графит) и серой. Достаточно сходен также уровень медицинских знаний, сведения о простейших операциях над числами и т. д. Однако упомянутая равномерность охватывает преимущественно формы знания, имевшие непосредственное практическое применение.

Успехи в теоретической области характеризовались меньшей равномерностью. Они были связаны с теми или иными ранними формами институционализации науки, преимущественно с деятельностью жреческих сословий. В этом случае наука выигрывала в смысле как престижа, поскольку на нее как на эзотерическое знание в значительной мере переносился престиж религии, так и материального обеспечения, потому что храмы получали значительные доходы, иногда в виде десятины, а, например, в Египте при Птолемах — $\frac{1}{6}$ с виноградников и садов [190, т. 2, с. 215]. Однако вряд ли возможно определить, какой процент от этих доходов шел на производство знаний. Даже если этот процент, что весьма вероятно, был невелик, при огромной общей сумме доходов он составлял

нечто существенное и во всяком случае достаточное для того, чтобы обеспечить тот уровень астрономических, биологических, лингвистических и т. д. знаний, который мы находим зафиксированным, например, в месопотамских клинописных библиотеках глиняных табличек.

Резкое возрастание (разумеется, в масштабах эпохи) объема научных исследований, опять-таки связанное с усовершенствованием форм институционализации, находим на греко-эллинистической стадии. В Древней Греции мы впервые сталкиваемся со столь важным для последующего развития науки и воспроизводства научных выводов явлением, как включение наук (в частности, естественных и математических) в курс образования. Хотя это было еще спорадическим явлением, все же какая-то часть, какое-то число образованных людей посвящало себя науке специально: отсюда и ведет начало эволюция параметра численности кадров.

Согласно Платону (Законы, 817 е — 818 а), помимо музыки и вообще искусств, «для свободных людей остаются еще три предмета обучения: счет и арифметика составляют один предмет; измерение длины, плоскости и глубины — другой; третий касается взаимного движения небесных светил и свойственных их природе круговращений. Трудиться над доскональным изучением всего этого большинству людей не надо, но лишь некоторым».

Если это и была идеализированная картина, все же несомненно, что по крайней мере в некоторых научно-образовательных центрах (пифагорейский союз, платоновская Академия, аристотелевский Ликей) объем исследований в области естественных и математических наук был значителен. Немало дает для исследования прошлого параметров науки история Александрийского музея. В нем было около ста ученых, выполнявших (возможно, спорадически) и функции преподавателей, и несколько сотен (возможно, и тысяч) [35, т. 3, с. 239] обучавшихся. Прямые сведения о средствах, расходовавшихся на музей, отсутствуют, хотя С. Я. Лурье [123, с. 43—44], проанализировавший все дошедшие до нас свидетельства, с основанием предполагает, что «серьезная научная работа и тогда уже требовала больших расходов... Эратосфен измерил земной радиус на основании астрономических наблюдений, произведенных в Родосе, Александрии и Сиене; на это предприятие понадобились огромные средства, и они

были даны александрийским двором». Также и Плутарх в «Жизни Марцелла» подчеркивает относительно сиракузских военных машин, что тиран «Гиерон дал средства на них, а Архимед изобрел их и мастерски исполнил», но сколько было средств — не указывает.

В римскую эпоху увеличились затраты на инженерно-технические сооружения типа дорог, общественных зданий и т. д., но практически вымер кадровый тип «ученого» (особенно в области естествознания), возникший было в александрийский период. В течение средневековья неоднократно предпринимались попытки, аналогичные известному «каролингскому возрождению», однако они не привели к существенным сдвигам в отношении масштабов науки, хотя послужили важным подготовительным этапом для прогресса на других уровнях, в частности на уровне структуры сообщества и выработки индуктивного метода.

Следует подчеркнуть, что аналогичное явление, т. е. отсутствие закономерного и явственно выраженного роста до XIV—XVI вв. и затем «взлет» к экспоненте с определенным коэффициентом, характеризует не только масштабы науки, но и многие другие параметры человеческой цивилизации. Например, согласно современным оценкам, численность населения земного шара до конца каменного века держалась на уровне порядка нескольких десятков миллионов человек, а в первое тысячелетие нашей эры — около 300 млн.; к 1500 г. было уже 400 или 500 млн., к 1750 г. — 590—950, к 1800 г. — 800—1130, к 1850 г. — 1100—1400, к 1900 г. — 1570—1770 млн. [208, с. 12—32].

Аналогичный перелом с последующей стабилизацией кривой в эпоху Возрождения произошел с тоннажем судов, с количеством городов, с площадью известной (европейцам) территории Земли и с многими другими параметрами. Чтобы найти другой подобный «взлет» в параметрах развития науки (и ряда иных социальных систем), мы должны обратиться к периоду современной научно-технической революции. Впрочем, если здесь мы имеем одновременный перелом в росте почти всех параметров объема, то ренессансный «взлет» гораздо более рассредоточен во времени; для многих параметров соответствующий перелом приходится и на какой-либо промежуточный период, что дополнительно усложняет картину. Так, если наиболее архаичным цивилизациям было известно 9 элементов [274], то в античности человеком использо-

валось 19 химических элементов, в средние века — 25, в XVIII в. — 28, в XIX в. — 50, в начале XX в. — 61 [45, 61—62].

Масштабы науки на арабо-мусульманском Востоке и отчасти в Византии были в средние века (по крайней мере до XII в.) более значительны, чем на Западе. Сохранились некоторые сведения о расходах на содержание научно-образовательных учреждений этой эпохи. Например, А. Мец [130, с. 152] приводит указания современников о том, что в Египте в X в. везир Ибн-Киллис расходовал на содержание «частной академии» 1000 динаров в месяц¹, куда входило жалованье ученым, переписчикам и переплетчикам. С другой стороны, «дом науки» халифа ал-Хакима обходился всего лишь в 257 динаров в год, причем в эту цифру, как показывает приложенная смета [130, с. 152], входила и стоимость инвентаря, ремонта здания и даже питьевой воды.

Разница, очевидно, связана с тем, что квалификация ученых в этом «доме науки» была гораздо ниже, чем у Ибн-Киллиса: его заведующий определен всего лишь как «хаззан» (библиотекарь). Отсюда разница в расходах почти в 50 раз, которая не может быть объяснена простым различием между учреждениями по размеру.

Очевидно, уже тогда основная часть финансирования науки приходилась на содержание ученых. В целом, однако, уровень жизни ученых на арабо-мусульманском Востоке был достаточно низок, если это не могло быть компенсировано какой-либо институционализированной, например придворной, их профессией. Ученые, жившие при дворах или в качестве домашних учителей при богатых домах, получали более 1000 дирхемов в месяц, тогда как средние учителя — 60; «но один из крупнейших философов своего времени ал-Мутарриз (ум. 345/956) всю свою жизнь терпел нужду, ибо научные занятия мешали ему зарабатывать на пропитание. А знаменитый филолог Ибн-

¹ Для сравнения: гражданский правитель Египта получал жалованье в 3000 динаров (включая расходы на канцелярии), которое считалось «блестящим» [130, с. 78]. Бюджет Сирии в X в. составлял около 40 млн. дирхемов [130, с. 113], что дает для расходов на науку и образование величину порядка 0,05%. Сравнение с современными мерами стоимости возможно лишь приблизительно. Так, овца стоила 2 дирхема, динар же равнялся приблизительно 2,8 дирхема [130, с. 107, 110].

Фарис (ум. 369/979) называет дирхем лучшим врачом своего недуга» (130, с. 161).

Для Византии иллюстрацией положения ученых может служить выдержка из работы П. В. Безобразова о Михаиле Пселле, математике, астрономе, хронографе и философе XI в. Пселл преподавал в школе, которая, видимо, была государственной (плата за обучение не взималась). «Как протасикрит Пселл получал, конечно, жалованье... но сумма неизвестна. Известно только, что стратиги младших фем получали по пять литр в год, или на наши деньги приблизительно 1400 руб. золотом; протасикрит получал, конечно, меньше, потому что занимал менее важное место. Кроме жалованья, протасикрит получал пошлину (синития) с некоторых чиновников... Его чин вестарха давал право на получение пенсии, так называемой руги, выдававшейся императором раз в год. Вестарх получал, несомненно, более двух литр руги в год, но сколько, нам в точности неизвестно» [18, с. 16—17].

С XII—XIV вв. в расходы на науку все в большей мере начинают входить, помимо жалованья ученым, и траты на инструменты. Достаточно дорогими были обсерватории Насириддина Туси в Мараге и Улугбека в Самарканде. По археологическим и письменным источникам, здание самаркандской обсерватории было трехэтажным, причем «высота квадранта равнялась высоте храма св. Софии в Константинополе... Абд-ар-Реззак говорит об изображении девяти небес, девяти небесных сфер с градусами, минутами, секундами и десятными долями секунд, небес вращения («афлак тадавир»), семи планет, неподвижных звезд, земного шара с делением на климаты, с горами, морями, пустынями и т. п.» [11, с. 110].

Отметим, что в Европе не только в эту эпоху, но и значительно позднее, вплоть до Ураниборга Тихо Браге (1576), подобные предприятия отсутствовали. Это не удивительно, поскольку доход на душу населения еще в XVI—XVII вв. в таких странах, как Индия, Китай или Персия, был не ниже или даже выше, чем в Европе [29]. «Вера в техническое превосходство Дальнего Востока была широко распространена в Европе со времени Марко Поло (XIII век) до времени французских миссионеров (XVIII век). Богатства Индии вошли в поговорки» [29, с. 55—56], а такие государства, как Венеция или Генуя, разбогатели благодаря торговле восточными това-

рами (специями, фарфором, шелком и т. д.) и на основе связи с Востоком.

Упомянем еще о некоторых параметрах, характеризующих средневековую науку стран ислама. Так, достигнутая высокая точность инструментария иллюстрируется вычислениями Бируни, который определил величину радиуса Земли в 6490 км (для сравнения: Дикеарх, ученик Аристотеля, определил ширину ойкумены от Полярного круга до «Эфиопии» в 7000 км, Архимед же ошибочно дал для длины земного экватора цифру 461 000 км). Для наклона эклиптики Бируни нашел угол $23^{\circ}34'$ (по современным вычислениям, в 1020 г. наклон этот равнялся $23^{\circ}34'45''$). Он же определил удельный вес золота (19,5) и ртути (13,56) с помощью «конического прибора», позволившего заметить подъем воды и при опускании зерна проса. Напомним также данные, полученные около 1121 г. Аль-Казини (Кази); он «приводит удельные веса 50 тел, которые замечательны по своей точности; например, кипящая вода — 0,958 (ныне же 0,9597), медь литая — 8,66 (ныне же 8,67), свинец — 11,32 (ныне же 11,39), ртуть — 13,56 (ныне же 13,56), золото литое — 19,05 (ныне же 19,26)» [41, с. 55].

Приведенные цифры характеризуют высшие значения параметров объема (в широком смысле, включая вообще количественную интенсивность) развития ранней науки. Не следует забывать, что эти достижения отнюдь не являются типичными или широко распространенными. Только начиная с XVI—XVIII вв. происшедшие в Европе социально-экономические сдвиги, опосредованные изменениями в статусе и организации знания, дали не только новые значения параметров объема науки, но (что важнее) и новый набор параметров, закономерности изменения которых впервые приобрели четкий вид.

§ 2. Рост параметров объема науки в новое время

Для науки нового времени в отличие от более ранних стадий характерна непрерывность количественного возрастания объема науки по всем его параметрам на базе формирования параметрической структуры, в основном сохраняющейся и до настоящего времени, хотя значения параметров, конечно, менялись. В отличие от периода, рас-

смотренного в § 1, науке нового времени, по крайней мере начиная с эпохи Просвещения, свойственны уже не отдельные и более или менее случайные корреляции и совпадения между явлениями организационного и информационного уровней, но установившийся гомоморфизм между этими уровнями, который в более полном виде будет рассмотрен в связи с вопросом о пропорциях науки. Здесь для нас существенно, что информационное содержание науки нашло более или менее адекватное (по крайней мере единообразное) отражение в организационных формах, и показатели объема последних, такие, как число публикаций или институтов, размер финансирования и т. д., могут быть взяты и берутся как косвенные показатели объема знания.

Важно иметь в виду, что это — косвенные показатели, и конечной целью исследования науки как системы остается не анализ их движения самих в себе, но строгая качественная картина развития науки. Можно сказать в общей форме, что объем науки служит показателем степени ее развития, но для получения конкретного представления об этом развитии и в особенности о специфичности развития науки по сравнению со всеми другими системами мы должны уже обращаться к иным параметрическим уровням. В пределах собственно объемного уровня мы вообще не могли бы получить сколько-нибудь специфичной картины, если бы ограничились рассмотрением только организационных показателей типа численности кадров, расходов, их доли в бюджете и т. д. Дело в том, что все эти количественные показатели характеризуют и другие социально-культурные системы, например искусство, здравоохранение, вооруженные силы и т. д. Масштабы — это то, что ставит науку как бы в одну плоскость со всеми этими системами и дает необходимые эталоны для ее сопоставления с ними — необходимые как для теоретического исследования, так и в таких практических целях, как планирование бюджета, людских ресурсов и т. д. Именно информационный уровень науки составляет ее специфическое отличие и цель, и ряд показателей этого аспекта также определяет масштаб науки, который выступает в данном случае как показатель мощности особого, чисто «научного» рода, как эффективность науки.

Выбрав в качестве отправной точки сравнения современный объем науки как наиболее развитую генеральную

совокупность рассматриваемых в настоящей главе параметров, находим (см. табл. 2), что с точки зрения объема производимых (или получаемых, распространяемых) знаний, т. е. на информационном уровне, могут быть охарактеризованы как индивидуальный исследователь, так и научный коллектив, а также (но это более абстрактная возможность) отраслевое сообщество и сообщество естествоиспытателей в целом. В организационном отношении все четыре уровня опорной иерархии могут быть при современном состоянии наших сведений вполне удовлетворительно описаны, и соответствующие данные собраны во многих сводках и исследованиях, которые использованы ниже [21, 29, 142, 143, 148, 165, 264, 272].

Современные количественные представления о росте объема науки исходят в сущности из предпосылки (ее можно было бы назвать «центральной догмой» наукометрии), что общая исследовательская продукция, «совокупный научный продукт» некоторой группы (или дисциплины, страны, эпохи) находится в прямой и полной зависимости от совокупной продукции деятельности предшествующих групп в этой области (в этой дисциплине), или от продукции предыдущих эпох и т. д. Хотя это предположение нельзя считать верифицированным в буквальном смысле, оно имеет психологические обоснования по аналогии, поскольку, например, человек, открывший некоторую научную истину, имеет больше шансов на открытие следующей (смежной), чем неоткрывший. Это, пожалуй, важнее, чем то, что опубликовавший некоторую статью имеет больше шансов на опубликование следующей.

Если искать отдаленных предшественников «центральной догмы», то можно назвать Р. Декарта, который в шестой главе «Рассуждения о методе» (1637) писал: «Те, которые мало-помалу открывают истину в науке, сходны с теми, которые, становясь богаче, тратят меньше труда на большие приобретения, чем они ранее тратили на гораздо меньшие, пока были бедны. Их можно также сравнивать с полководцами, силы которых обычно возрастают по мере их побед» [72, с. 58].

Из «центральной догмы», которая может рассматриваться и как выражение преемственности науки для специального случая параметров объема науки, непосредственно вытекают две ведущие закономерности роста науки: во-первых, что этот рост является ускоренным и следует,

вероятнее всего, экспоненте; во-вторых, что для различных показателей, прямо или косвенно характеризующих объем научной продукции, должно иметь место асимметричное, так называемое ципфовское, распределение [378], свойственное широкому кругу биологических и социологических явлений.

Если на уровне интегративных параметров прогресс науки выражается в ее углублении (как системы знаний, картины мира) и упрочении (как социального института), на уровне коммуникации — в интенсификации общения ученых и структурировании коммуникационных процессов, а на уровне пропорций науки — в приближении к гармоничному (по определенным критериям) образу науки, то на уровне объема науки прогресс может быть охарактеризован как лавинообразный, в типичном случае экспоненциальный, порождающий неравномерное (ципфовское) распределение печатной продукции, научных кадров, исследовательских центров и т. д.

В XVI—XVIII вв. до начала промышленной революции и связанных с ней интегративных явлений в науке, параметры объема и по своим значениям, и по полноте (или скорее неполноте) набора, и по степени выровненности изменений во многом напоминают картину, рассмотренную в § 1 данной главы. Если же кривые роста науки иногда прослеживаются вглубь до XVII в., когда были основаны многие из крупнейших современных академий и научных журналов, то это благодаря тому, что на XVII—XVIII вв. экстраполируется не только ход, но и четкость изменения соответствующих параметров. Вообще на материале развития науки нового времени закономерность движения от неоднородности к выровненности [50] уже подтверждается.

Что касается такого важного в современной статистике науки параметра, как финансирование, надо заметить, что в Англии еще в середине XVIII в. астроном, преемник королевских астрологов, «был единственным ученым в Королевском обществе, получавшим жалование за научную работу» [106, с. 89]. Знаменитые «Philosophical transactions» — «Философские труды» Лондонского Королевского общества — первоначально издавались именно с целью покрыть расходы общества, не имевшего в XVII в. никаких правительственных субсидий.

Вообще же в различных странах Европы периода образования академий источники и размеры финансирования науки отличались чрезвычайной пестротой, что доказывает, между прочим, что этот параметр еще далеко не воспринимался как некоторая обязанность общества перед наукой. Так, во Франции академики уже в XVII в. получали от королевской казны в виде жалованья около 50 тыс. ливров в год (в общей сумме) [316]. Этого было достаточно, чтобы приравнять их по уровню жизни к крупным правительственным чиновникам, и отражало роль, придававшуюся академии как «украшению монархии». По проекту основания академии наук в Берлине (1700 г.) все ее расходы (не более 2500 талеров в год) должны были покрываться дарованной ей монополией на издание календарей [292]. Петербургская академия наук выделялась на этом общем фоне своим относительным богатством. В известном проекте Петра I Академия, находившаяся «под ведением императора яко протектора», должна была получать на свое содержание около 25 тыс. руб. ежегодно, и этот пункт был даже особо оговорен в уставе Академии².

Штат Петербургской академии составлял в 1726 г. 34 человека, включая служащих, в 1727 г. — 80, в 1741 г. — 321 человек. Эти цифры характеризуют порядок численности персонала вообще в крупных академиях конца XVII — первой половины XVIII в. Так в Лондонском Королевском обществе максимальное для XVII в. число членов было 225 (в середине 1670-х годов), а к концу XVII в. — всего 110—120 человек [314]. В Парижской академии при ее основании (1666) был всего 21 член; в целом же на грани XVII—XVIII вв. во Франции было, видимо, несколько тысяч человек, разрабатывавших проблемы естествознания, что следует из цифры подписчиков (по одной тысяче) тогдашних научных журналов [294].

Промышленная революция XVIII в., к которой иногда присоединяют «научную революцию» XVIII в., явилась стартовой точкой для экспоненциального роста науки одновременно по многим показателям. Отметим среди этих

² См.: [199, с. 39]. Для обеспечения этой суммы в бюджет Академии должны были отчисляться таможенные сборы с Нарвы, Дерпта и других городов. Согласно же Регламенту 1747 г., бюджет Академии составлял 53 928 руб. [199, с. 61]; Регламент 1803 г. — 120 тыс. руб. [199, с. 91].

показателей, в частности, стремительное сокращение циклов времени, необходимого, с одной стороны, для пересмотра научных концепций, а с другой — для реализации уже установленных принципов. Это сокращение часто упоминается в науковедческой литературе, и оно небезынтересно в параметрическом плане, поскольку позволяет охарактеризовать с количественной и даже объемной стороны некоторые свойства эволюции картины мира и других моментов интегративного уровня. В самом деле, если аристотелевская теория гравитации ждала пересмотра две тысячи лет, а ньютоновская — два столетия, то атомистика Дальтона — Авогадро определяла собой картину мира не более столетия, а теория атомной структуры Резерфорда — десятилетия; если принцип фотографии ожидал своего практического воплощения более столетия (и это не считая изображений в камере-обскуре, полученных еще арабскими учеными), принцип телефонной связи — более 50 лет, а принцип дизельного двигателя — 30 лет, то для радара промежуток между идеей и конструкцией составил 15 лет, для атомной бомбы — всего 6 лет, для мазера — 1,5—2 года [317], а для некоторых позднейших изобретений — и неделю [221, с. 52].

Надо отметить, однако, что авторы подобных примеров нередко для красочности оперируют специально подобранными параметрами. Несомненно лишь, что наука становится все более эффективной в техническом смысле, а доказывать, что во всех отдельных случаях это происходит по экспоненциальному или иному числовому закону, значит доводить до ненужного предела преобладание в наукометрических подсчетах внешней, формальной стороны над содержательной.

Цифры, касающиеся экспоненциального роста числа печатных научных работ для различных стран и практически для всех научных дисциплин, слишком известны, чтобы была необходимость здесь на них подробно останавливаться³. В целом в периоды ярко выраженного экспо-

³ Приведем, однако, некоторые данные из более раннего периода, иллюстрирующие монотонность возрастания, а именно скорость публикации статей по физике в США в XIX в.: с 1815 по 1819 г. 38 статей, а с 1840 по 1844 г. — уже 144; соответственно численность исследователей возросла с 21 до 87 человек [265]. Рост числа членов Русского химического общества: в 1869 г. — 35, в 1879 г. — 119, в 1889 г. — 233, в 1899 г. — 293, в 1910 г. — 370, в 1911 г. — 387, в 1912 г. — 411, в 1913 г. — 514 человек; за эти же годы в «Журна-

ненциального роста объем современной науки удваивается за 10—15 лет [334, 335]; см. также относящийся сюда математический аппарат: [96, 142, 148]. Существенно, что темпы экспоненциального роста параметров науки приблизительно вдвое превышают темпы роста мирового производства, которые, в свою очередь, стоят в таком же отношении к темпам прироста населения [90]. Выше уже было сказано о значении этого опережения в условиях государственного планирования науки.

Усредненный характер экспоненциального и вообще лавинообразного роста проявляется преимущественно на уровне более крупных подразделений науки. Чем более мелкие направления мы рассматриваем, т. е. чем выше поднимается по левому (опорному) столбцу табл. 2, тем больше наблюдается отклонений от экспоненты [273, 317]. С другой стороны, еще большее отклонение от экспоненты дает рассмотрение более длительных в историческом плане отрезков времени. Наиболее оправданным отрезком применения экспоненциальных законов служат последние три или четыре десятилетия, за которые расходы на науку и объем исследований в несколько раз превысил соответствующие показатели, если взять их в сумме за всю предыдущую историю человечества. В то же время и на этом отрезке имеется порой огромное расхождение по форме кривых роста между отдельными отраслями. Так, в области квантовой радиофизики близкий к экспоненциальному рост числа публикаций наблюдался в 1945—1950 гг. и затем в 1952—1954 гг. Между этими отрезками лежит фаза линейного роста, а после 1955 г. число публикаций в этой области резко снизилось (см. анализ соответствующих тенденций: [74, с. 75]).

В связи с увеличением объема генерируемой в науке информации стоит и вопрос о коэффициентах ее использования. Масштаб науки в какой-то мере характеризуется (а если верна «центральная догма», то и определяется) числом используемых в ней уже опубликованных ранее работ. Оно обычно отождествляется с числом цитируемых публикаций, что составляет допустимое приближение. Показатели, характеризующие цитируемость работ за тот

ле Русского химического общества» опубликовано 38, 49, 57, 83, 142, 135, 156 и 148 статей, занявших соответственно 264, 414, 563, 1061, 1671, 1831, 2000 и 2078 страниц [41, ч. 1, с. 86]. См. также многочисленные примеры в работах: [21, 70, 74, 142].

или иной год или иной какой-то период в прошлом, служат исходными для вычисления исторической глубины цитирования. Само по себе использование и цитирование предшествующих работ, конечно, ни в коей мере не является чем-то принципиально новым. Уже Аристотель в написании своей «Политики» опирался на опрос, или своего рода «социологическую анкету», распространенную среди жителей 158 городов [35, т. 3, с. 238]. Плиний Старший в «Естественной истории» использовал 474 источника, из них 146 римских и 328 иностранных. Отсюда видно, что измерение внешних показателей цитируемости само по себе не дает существенных различий для разных эпох.

Однако в более глубоком смысле такие различия имеются, потому что одно дело просто цитирование некоторого непосредственного мнения или наблюдения, как у Плиния, и совсем другое — цитирование источника, который сам воплощает, помимо точки зрения его автора, длительную традицию экспериментальных или теоретических исследований.

Именно незримая цепь таких цитирований, на которые в конечном счете и опирается наблюдаемая «верхушка айсберга» научных работ, и составляет подлинную «глубину цитирования» — эта цепь, а не механически отсчитанный хронологический отрезок, в который вполне могут и не попасть те основополагающие работы, на которые по существу и опирается данное исследование. Но для определения такой содержательной, а не формальной глубины цитирования и соответствующего ей измерения масштабов науки мы еще не располагаем достаточными подсчетами. Поэтому параметры, связанные с цитированием, релевантны для некоторого отрезка времени, начиная приблизительно от последней «научной революции» в данной отрасли и кончая исследованиями двух-трехлетней давности. После этого срока усиливается влияние нецитируемых (формально) частных сообщений [290], а на результаты, полученные до данного «релевантного» отрезка, не ссылаются только потому, что они либо устарели, либо вошли в учебники⁴ (см. также о параметрах цитации: [253, 280, 302, 321]).

⁴ Эта закономерность имеет количественное выражение. Параметр числа ссылок $Z(t)$ на данную работу по истечении времени t после исходного момента (когда имелось Z_0 ссылок) меняется

В социальном аспекте весьма важно для определения масштабов науки учесть сферу занятости в ней, а также динамику этой занятости. Показано, в частности, что для капиталистических стран характерна тенденция к снижению темпов роста занятости в науке [146]. Напротив, в СССР параметры занятости в науке непрерывно возрастают. Так, для достаточно продолжительного отрезка времени (1940—1960 гг.) подсчитано, что численность ученых в СССР росла в три раза быстрее, чем средняя занятость по всем другим отраслям. В 1940 г. в науке в СССР было занято 362 тыс. человек, в 1967 — 2850 тыс., включая обслуживающий персонал. В тот же период удвоение числа научных работников в СССР происходило за 7, в США — за 10, а в странах Западной Европы — за 15 лет. Эти цифры, равно как и вообще все показатели, характеризующие науку в различных странах, не могут рассматриваться как самодовлеющие, ибо в их основе лежит специфическая организация науки и свойства ее носителей (человеческий материал), по многим характеристикам высших параметрических уровней различные для различных системных состояний науки.

В любой социально-экономической ситуации объем науки определяется не только абсолютными показателями, но и их отношением к соответствующим цифрам для страны (группы стран и т. д.). Так, параметром объема служит не только число ученых, но и его отношение ко всему населению; не только затраты на науку, но и их доля в валовом национальном продукте. Эта доля, по-видимому, в настоящее время оптимальна в пределах 4—5%. Не менее важен и параметр экономической выгоды от научных работ, размеры которого при должной организованности исследований и разработок нередко оказывались исключительно высоки по сравнению с аналогичными показателями других видов деятельности. Это также параметр объема науки, хотя и косвенный; можно назвать также мощность научного инструментария, которая хорошо иллюстрируется, например, возрастанием быстродействия, объема памяти, числа выполняемых операций счетными ма-

ся по закону

$$Z(t) = Z_0(e^{-pt} - e^{-mpt}),$$

где p — мера затухания цитирования в процессе устаревания данной публикации, а mp — мера возрастания цитирования [229].

пинами [8] или же ростом точности взвешиваний. «В 1770 г. Лавуазье восхищался достигнутой им точностью от $\pm 0,5$ до 1,0 грана; 1 гран = 0,812 грамма; следовательно, максимальная точность равнялась от ± 406 до ± 812 мг. В 1907 г. Ландольт достигает точности $\pm 0,030$ мг. В 1910 г. Рамзей и Грей уже взвешивают с точностью 0,000002 мг» [42, ч. 3, с. 36].

Позднее точность измерения достигла 16-го знака и даже более [92, 93], но эта ступень была достигнута уже на стадии современной научно-технической революции, которая явилась переломной для многих параметров объема науки. Доказательства этого факта могут быть приведены для самых разных параметров, в том числе и рассматриваемой «косвенной» их группы и для различных стран. Согласно подсчетам [91], затраты на науку в национальном доходе СССР составляли в 1940 г. 0,93%, в 1950 г. — 1,89, в 1960 г. — 2,69, в 1965 г. — 3,56, в 1968 г. — 3,7, в 1970 г. — 4,41%. Аналогично в США 1941—1950 гг. явились переломными по затратам на науку: в 20-х годах доля затрат на науку составляла по отношению ко всему национальному доходу 0,25%, в 30-х — 0,32, а в 40-х — уже 0,81, в 50-х — 2,32, в 60-х — 3,51%. Соотношение затрат на науку и общей суммы капиталовложений до начала 1950-х годов также росло медленно: например, в США в 1930-х годах оно составило 1 : 17 против 1 : 20 в 1920-х, а в 1946—1950 гг. — опять 1 : 17, но в 1951—1955 гг. это соотношение равнялось уже 1 : 12, в 1956—1960 гг. — 1 : 7, в 1961—1965 гг. — 1 : 5, в 1966—1970 гг. 1 : 4. Для СССР вычислены значения того же соотношения 1 : 17 (1940 г.), 1 : 10 (1950 г.), 1 : 9 (1960 г.), 1 : 8 (1965 г.), 1 : 7 (1967—1968 гг.), 1 : 5 (1970 г.) [91]. В период 1940—1950 гг. наблюдается резкое повышение численности научных работников в СССР (со 100 тыс. в 1939 г. до 250 тыс. в 1956 г.) и ряде других стран, скачок в числе издаваемых в мире реферативных журналов (от 100 до 1000), в числе работ и проектов в области информатики [142].

Мы говорили преимущественно о параметрах высших уровней опорной иерархии. Несомненно, однако, что и объем работы отдельного исследователя или группы исследователей может быть определен с количественной стороны. В этом случае на первый план выступает параметр научной продуктивности, обследованной А. Лоткой. Лотка показал, что в данной группе из N авторов число $N(q)$ из них,

опубликовавших не менее q работ, обратно пропорционально q^2 , т. е. $N(q) = N/q^2$ [312]. Например, из десяти тысяч авторов в среднем только один публикует не менее ста работ, поскольку $10\,000/100^2 = 1$. Важную роль играет для параметров объема научной работы некоторой группы исследователей также общеизвестное нормально-логарифмическое распределение по Шокли, которое особенно хорошо выполняется, если вместо числа публикаций берут «взвешенную» форму этого параметра, т. е. засчитывают каждому автору лишь часть данной публикации, обратно пропорциональную общему числу ее авторов [43]. Специально применительно к документации С. Брэдфордом было показано [245], что если расположить научные журналы в порядке уменьшения числа опубликованных в них статей на некоторую тему, то выделится ядро из p журналов, посвященных именно этой теме, и несколько зон из p_1, p_2, \dots журналов, в каждой из которых столько же статей на тему сколько и в ядре, хотя журналов, конечно, гораздо больше. Сколько именно — этот параметр определяется соотношением $p : p_1 : p_2 : \dots : p_n = 1 : n : n^2 : \dots : n_n$, где n — некоторое число, особое для данной темы. Позже было показано [см., например, 212, 247], что распределения по Лотке и Брэдфорду обобщаются лингвистическим законом Г. Ципфа [378], т. е. зависимостью $f_{ni} = C/n_i p$, где n_i — номер i -го слова, f_{ni} — частота появления этого слова в тексте, C и p — константы. Впрочем, отдельные группы ученых могут быть исследованы со стороны не только параметров их продуктивности, но и, скажем, численности. Здесь важным является значение численности функциональных неформальных групп ученых (см. табл. 2), так называемых «невидимых колледжей». Если исходить из общих соображений, то размеры «невидимого колледжа» не могут превышать 60—100 человек [40, 337]. Этот параметр почти не изменился с момента своего появления в начале нового времени.

Не останавливаясь на более подробной экзemplификации приведенных соотношений, которой посвящена большая и экспоненциально растущая литература, отметим существенные черты общей картины движения параметров развивающейся науки. Прежде всего современные закономерности роста объема науки имеют свое историческое происхождение и характеризуют некоторый период развития науки (новое время, точнее, классический и

постклассический период) в той же мере, как его характеризуют определенные черты научной картины мира (см., например: [21, 114]), институционализации, научной коммуникации и т. д.

Напомним, что одностороннее утверждение экспоненциального или какого-либо иного лавинообразного закона нарастания информации ведет к абсурдным выводам; наподобие того, что число научных работников превышает численность всего населения. Однако вредна не столько нелепость выводов сама по себе, сколько тот факт, что обычный прием избавляться от нее, переводя экспоненту в пологую логистическую кривую, представляет собой избавление лишь по видимости. Логиста в отличие от экспоненты не имеет основания в «центральной догме» и вводится чисто эмпирически, с целью «спасти явления», как некий *deus ex machina*.

Даже если предположить, что после некоторого предела экспоненциальный рост действительно неизбежно переходит в логистическую фазу, то он представляет собой лишь внешнее выражение более глубокой, качественной перестройки науки, изменение ее фундаментальных пропорций. Л. И. Седов отмечал, что если существующие «темпы сохранятся, то уже в начале XXI в. все население страны должно превратиться в научных работников и весь национальный доход должен быть потрачен только на научные исследования. Ясно, что это невозможно. Мне представляется, что дальнейшее широкое развитие науки будет происходить за счет повышения общего уровня и качества исследований» [179, с. 107].

Очевидно поэтому, что описание любой конкретной системы науки не может быть исчерпывающим или хотя бы приближающимся к действительности даже в количественном отношении при учете одних лишь объемных (и вообще масштабных) характеристик. При рассмотрении последних, может быть, острее, чем в какой-либо еще области науковедения, выступает потребность в трактовке науки как многоуровневой системы с активной ролью высших уровней.

ПРОПОРЦИИ НАУКИ

Важным в методологическом отношении актом, позволяющим в какой-то мере придать представлению о науке системный характер, является переход от образа науки как «объемного» тела к исследованию исторически складывавшихся соотношений между различными организационными и предметно-логическими ее аспектами.

Эволюция этих соотношений, так же как и рост масштабов науки, детерминируется социально-историческими и экономическими факторами. В то же время сама эта детерминация опосредуется сложившейся в данной формации и в конкретных исторических условиях системной спецификой науки.

Пропорции, характеризующие последнюю не в меньшей мере, чем показатели объема науки, связаны с многочисленными прямыми (односторонними) и обратными связями. Пропорций науки может быть сколь угодно большое число, но некоторые из них являются преимущественно объектом философско-исторического, а не системного и науковедческого рассмотрения. Таково, например, соотношение между эмпиризмом и рационализмом, взятое именно как соотношение методов, а не конкретно осуществляемых и организуемых работ.

В разные эпохи на первый план выступают различные пропорции науки. Для некоторых из них на современном этапе исследования можно обнаружить явный взаимный параллелизм. Например, для пропорций между частным и государственным секторами в сфере кадров и в сфере финансирования, поскольку в общей совокупности исследований и разработок основной расход на науку — это оплата труда ученых и вообще научных работников, распределение кадров между частными и государственными исследованиями приблизительно совпадает с пропорцией частного и государственного субсидирования науки в дан-

ной стране. Наоборот, распределение финансирования между гуманитарными и естественнонаучными, между фундаментальными и прикладными исследованиями может и не отражать непосредственно распределения научного персонала, поскольку для второго члена той и другой пары более значительными, чем для первого члена, являются расходы на научный инструментарий.

Та или иная форма относительности, соотнесенности с другими параметрами соответствующего аспекта характеризует практически любой из рассмотренных в предыдущей главе параметров. В то же время в случаях совпадения внутренней структуры (расчлененности) для различных параметров, о котором мы только что говорили, пропорции, характеризующие эту структуру, образуют для данной конкретной системы науки параметры второго уровня. Так, то, что в Англии в 1953 г. 80% правительственных расходов в науке шло на военные нужды, характеризует состояние английской науки в этот момент не меньше, чем то, что общая сумма утвержденных парламентом расходов на науку в этом же году составила 234 млн. фунтов [21, с. 674—675]. Эффективность науки не в меньшей степени зависит от правильного распределения ресурсов науки (людей, аппаратуры, финансов), чем от объема этих ресурсов, а степень научного прогресса столь же определяется адекватной расстановкой акцентов в исследованиях, как и числом проведенных исследований, выраженным в количестве публикаций, патентов и т. д.

Таким образом, изучение пропорций или соотношений, складывающихся на различных этапах развития науки между ее количественными показателями, способствует выявлению системного состояния науки. При этом мы имеем в виду не только числовые, но и вообще принципиально выраженные в числах (или с помощью шкалы) показатели, и прежде всего показатели объема. Так, мы не можем выразить в точных цифрах отношение между объемом гуманитарных и естественнонаучных исследований в Древней Греции. Однако это не исключает того, что такой параметр имел определенную величину — во времена Аристотеля большую, нежели столетие позже.

§ 1. Пропорции науки в архаический период

О наличии ряда пропорций или соотношений между параметрами можно говорить уже на доинституциональной фазе развития науки. Правда, в основном эти соотношения имеют пограничный или вырожденный характер. Так, на наиболее раннем этапе соотношение между прикладным и теоретическим знанием склоняется в пользу первого ввиду почти полного отсутствия второго.

С появлением примитивных типов институционализации науки, развивавшихся параллельно с возникновением и эволюцией древнейших форм государства, пропорции науки начинают приобретать контуры, в некоторых случаях имеющие отдаленное сходство с позднейшим их проявлением. Возникло, в частности, то, что в современных терминах можно было бы назвать разделением исследований на государственные и частные. Поскольку в древневосточных монархиях знание, как и вообще культурные и в значительной мере материальные ценности, было монополией государства (даже храмы выступали при этом как филиал монархии), постольку архаическая наука характеризуется резким преобладанием государственного сектора. Лишь в той мере, в которой формировались купеческие и ремесленные сословия, накапливавшие сведения о соседних и отдаленных странах, о мореплавании и строительном деле, о примитивных технологических процессах в металлургии, обработке материалов и т. д., можно говорить о знании, ускользавшем в ряде случаев от централизованного контроля. В период институционализации науки в религиозных сообществах знание нередко становилось монополией государства в лице жреческого сословия (в Вавилоне) или сравнительно более светской, но так же связанной с храмами касты писцов (в Египте). Имелись иногда и варианты объединения научных знаний и исследований непосредственно в руках бюрократической элиты. Так обстояло, по-видимому, в древнем и средневековом Китае, для которого Дж. Нидам (со свойственными ему элементами модернизации и идеализации прошлого Китая) рисует следующую картину: «...государство оказывало мощную поддержку научному познанию. Хранение записей астрономических наблюдений, полученных за тысячелетия, например, было государственным делом. На средства государства публиковались большие энциклопе-

дии, причем не только литературные, но и медицинские, и сельскохозяйственные. Удачно проводились выдающиеся для того времени экспедиции. Можно напомнить о геодезической экспедиции VIII в., в которой исследовалась дуга меридиана от Индокитая до Монголии, или об экспедиции для нанесения на карту неба созвездий Южного полушария, на которой были отмечены звезды до 20° от южного небесного полюса» [149, с. 172]. К этому Нидам добавляет: «Все это указывает на организованный и коллективный характер науки в Китае, тогда как в Европе наука была обычно частным делом, поэтому в течение многих столетий она отставала» (там же).

С последним безапелляционным добавлением трудно согласиться. По крайней мере из него следует, что европейская наука перестала «отставать» от китайской с того времени, как ее организацией в Европе занялось государство. Однако огосударствление науки никак не древнее основания академий наук. Более того, наука начала становиться в полном смысле слова государственным предприятием только в XX в. Отсюда ясно, к каким абсурдным выводам можно прийти, если сопоставлять отдельно взятые параметры, а не их комплексы. Древние египтяне отправляли экспедиции в Сомали и даже вокруг Африки, викинги «организованно и коллективно» открыли Лабрадор, но все это еще не говорит о более высоком уровне науки той поры, поскольку исследовательские цели этими экспедициями достигались лишь попутно. Архаичность науки рассматриваемого периода как раз и заключается в невычлененности исследовательских задач из государственно-организационной и религиозной сферы. Но в пределах недифференцированного массива «административно-сакрально-научного» знания нередко обнаруживались явления, к которым можно применить термин «пропорции науки». Так, на некоторых этапах древнеиндийской науки заметно преобладание гуманитарного знания, многие памятники которого сохранили актуальность и для новоевропейской науки, например грамматики Панини (V—IV вв. до н. э.) для санскрита и Тальхаппиянара для тамильского языка. Наоборот, для древнекитайской науки на протяжении ее архаического периода важным «признаком остается утверждение примата естественных наук. Эта традиция продолжалась в очерках по астрономии и музыке, жизнеописаниях врача и математика у Сыма Цяня.

И хотя в средние века естествознание приняло форму алхимии и астрологии, но и тогда накапливался эмпирический материал для развития медицины, фармакологии, химии, астрономии... Признание ведущей роли естественных наук определило и интерес к технике, результатом которого было, например, изобретение книгопечатания» [162, с. 37].

В силу недифференцированности знания в архаической фазе находим соответствие между пропорциями науки и пропорциями в некоторых других социальных системах. Так, разделению знания на государственное (то, носителями которого являлись представители государства, в том числе и жрецы) и частное соответствует, например, в Вавилоне деление культа на общественный и частный [190, с. 138].

В настоящее время накапливается материал и по вопросам соотношения пропорций архаической индийской науки [52, 298, 345, 377]. Известно, например, что в древний и средневековый период «достижения индийских математиков в области геометрии значительно уступают их открытиям в арифметике, алгебре, теории чисел» [52, с. 136]. В целом, однако, о соотношении различных областей и направлений в архаический период развития научных дисциплин пока еще трудно делать обобщения, как вследствие неполноты материала, так и в связи с недифференцированностью знания на этой стадии.

Если сопоставить расплывчатые контуры пропорций архаической науки, за которой очень часто отрицают самое право зваться наукой, с комплексом параметров греко-эллинистической и иных позднейших фаз развития науки, то сравнение будет не в пользу первой. Тем не менее важность архаической фазы развития науки заключается в ее повсеместности. Кроме того, она является предшественницей и в каком-то смысле источником всего последующего развития. В разное время через архаическую фазу прошла наука всех народов: греков (например, крито-микенской эпохи), ацтеков и негров Бенина, германцев [271], римлян [174], русских [113]. Первому этапу этой фазы свойствен чисто прикладной характер познания, второму — появление более или менее устойчивого соотношения прикладного и теоретического знания, институционализация последнего при различного рода религиозных (храмы, ордена) и бюрократических организациях.

На втором, позднеархаическом этапе формируются столь важные впоследствии параметры развития науки, как соотношение теоретического и прикладного, частного и организуемого государством, естественнонаучного и гуманитарного знания. В этот же период намечаются и «внешние» пропорции науки, т. е. соотношения параметров раннего знания и его организации с параметрами иных социальных систем. Под влиянием специфики институционализации наук на этом этапе вырабатываются определенные связи и соотношения науки и религии, но антагонизм этих двух форм идеологии здесь остается невыявленным. В этом отношении архаический период напоминает средневековый, но отличается от него тем, что вопрос о противопоставлении «светского» и «духовного» знания еще не ставится: наука слишком слаба, чтобы играть роль хотя бы *ancillae theologiae*.

В том же недифференцированном виде остаются и другие «внешние» параметры-пропорции, например, соотношение науки с искусством и литературой, которое выразилось в виде различного престижа научного и литературного сообщества в эпоху Возрождения, хотя разделение между литературой и наукой засвидетельствовано и для эллинистического мира. На позднеархаической стадии находим связь науки с эпистемогенными факторами уже не только техническими, но и социальными в широком плане. Не случайно высокоразвитая греческая наука генетически близка к элементам таких структурно близких к Греции политических образований позднеархаической культуры, как финикийские города-государства, Карфаген (вспомним уподобление афинской и карфагенской рабовладельческой демократий в «Политике» Аристотеля), Вавилон. На примере истории последнего, по-новому освещенной в XX в., можно видеть ошибочность распространенных представлений об архаической науке и культуре как появившихся в совершенно готовом виде. Вавилоно-ассирийская культура достигла своих высот в период аристократического вавилонского «полиса» с сильным выборным началом и развитыми товарно-денежными отношениями. Кажущаяся же неподвижность ассирио-вавилонской науки относится к периодам ассирийской и персидской монархий, военная бюрократия которых не могла воспринять достижений науки, подобно тому, как китайский мандарионат сознательно противился

развитию экспериментальной науки, усовершенствованиям в сложных производствах, в мореплавании и т. д. Эти примеры говорят о том, что застой в развитии не редкость в истории науки. В наиболее трагической форме он проявился в виде гибели эллинистического естествознания в Риме.

«Открытая» структура полиса, длительная, быть может наиболее длительная для той эпохи, история развития земледелия и городов, торговые, в том числе морские, контакты и другие эпистемогенные факторы вызвали к жизни вавилонскую математику, астрономию, ремесленную химию, географию (была составлена даже первая карта мира), медицину [241, 277, 351]. Если говорить об уровне пропорций развития науки, то надо отметить, что эти достижения заданы выражением исторически преходящего равновесия между теоретическим и прикладным, природоведческим и гуманитарным [Тураев, 1936], конкретным (география) и абстрактным (математика) знанием. Этому равновесию соответствовал и баланс между экономической автарктичностью и интенсивными торговыми связями: вавилонская, как и вообще архаическая, наука теснейшим образом вплетена в комплекс социально-экономических связей и в отличие от науки позднейших эпох не может быть выделена из него.

Появление такого существенного параметра, как специализация научно-информационной деятельности (включая перевод научных текстов, предписаний, разработку терминов, справочных таблиц, составление словарей, особенно естественнонаучных — минералогических, ботанических и др.), также связано с вавилоно-ассирийской культурой. В данном случае ясна роль внешнего, а именно языкового фактора в формировании пропорций науки: вавилоно-ассирийская культура основывалась на взаимодействии шумерского (ко II тысячелетию до н. э. уже мертвого и функционировавшего, как латынь в средние века) и живых аккадского, хеттского, хурритского, арамейского и ряда других языков.

Наука Древнего Египта по своим пропорциям напоминает вавилонскую, но в отношении распределения знаний по отраслям в ней сильнее роль математики и медицины, в то время как астрономические знания были в основном заимствованы из Вавилона [270, р. 18].

§ 2. Пропорции античной и средневековой науки

Исходя из предложенной выше периодизации истории науки, мы должны, однако, модифицировать ее в соответствии с каждым рассматриваемым параметрическим уровнем. В частности, для уровня пропорций развития науки следует объединить греко-эллинистический и средневековый (точнее, римско-средневековый) периоды, а возможно, и раннее Возрождение в некоторый «надпериод» между архаической наукой и этапом, на котором уже прослеживаются современные кривые и закономерности изменения пропорций науки. Содержанием этого «надпериода» служат многочисленные попытки развития естествознания в систематизированной форме, в конечном счете выливавшиеся в некоторый стабильный со стороны своих пропорций образ средневековой науки.

Наиболее успешной из этих попыток была греко-эллинистическая наука. С этим в какой-то мере связан и тот факт, что наука средиземноморско-европейского средневековья также оказалась существенно отличной от любой другой средневековой системы знания. Это отличие сказалось в том, что именно в этом регионе из средневековой науки развилась ренессансная, а затем и современная. Для рассматриваемого периода соотношение между исследованиями (вообще деятельностью, носившей научный и инженерный характер) государственными и частными соответствовало соотношению между теоретическими и практическими (техническими) работами.

Такие выполненные или только подразумеваемые для осуществления некоторого мыслимого в данных социально-исторических условиях соответствия между государственно-частным и теоретически-прикладным соотношениями представляет характерный пример инфорг-корреляций на уровне пропорций науки. Несомненно, что во многих случаях совпадения между информационными (предметно-логическими) и организационными (социально-историческими) параметрами бывают чисто случайными и их никак нельзя отнести к инфорг-корреляциям, например то, что Гиппократ Хиосский (V в. до н. э.) первым из афинских ученых стал брать деньги за преподавание, и он же впервые употребил буквы для обозначения геометрических фигур. Однако при наличии дли-

тельного и ясно выраженного соответствия между пропорциями из разных аспектов науки, например между упомянутыми пропорциями теоретических — прикладных и частных — государственных исследований, уже нельзя говорить о случайности совпадения.

Принадлежность теоретического естествознания в древнем мире (как и на протяжении значительной части новой истории) преимущественно к частному сектору соответствует и тому, что большего подъема наука достигла не в огромных государствах, а в полисах древнегреческого типа. Все это иллюстрирует принципиальные отличия античной науки от современной как по масштабам, так и по пропорциям.

Не только теоретико-естественнонаучные, но и философские, а также прикладные (медицинские, инженерные и т. д.) исследования в Греции были частным делом, хотя иногда и небезразличным по отношению к государству. Так, например, вполне частными и не контролируемыми правительством были школы софистов [Платон, Софист, 221d, 223в, 231d], что вело к погоне за богатыми учениками и другим отрицательным последствиям.

Для пояснения соотношения, которое мыслилось между теоретическим и прикладным исследованием в античном мире, необходимо обратиться к доримскому и даже доэллинистическому периоду, поскольку сознательное противопоставление теоретического и практического знания впервые, видимо, было проведено в Древней Греции. Характерны места из диалогов Платона «Политик» (258d—e) и «Филеб» (55d, 57e), в которых между прикладным и теоретическим знанием намечается различие лишь по степени очищенности второго от первого. В то же время на примере «искусства измерения» (в современном понимании — отрасли математики, имеющие дело с измерением, кинематика, а также геодезия и астрономия) Платон предлагал также и другой критерий для различения теоретического и практического знания, а именно присутствие в последнем момента оценки. К одной части науки он относил измерение «числа, длины, глубины, ширины и скорости путем сопоставления с противоположным, а к другой — те искусства, которые измеряют все это путем сопоставления с умеренным, подобающим, своевременным... тем, что составляет середину между двумя крайностями» (Политик, 284e).

Таким образом, мы можем реконструировать у Платона три градации знания по степени его «теоретичности», в какой-то мере соответствующие современным представлениям о теоретической науке, прикладной науке и инженерно-технической области знания. Часто встречающееся суждение о пренебрежении греков к сфере практических знаний и ремесел следует считать односторонним. В целом пропорции между различными планами знания в греко-эллинистической науке и культуре были более оптимальными, чем где-либо до этого, или же после, в течение по крайней мере полутора тысячелетий.

Поскольку влияние и польза теоретических областей знания для практики в эпоху античности уже неоднократно подвергались исследованию, постольку мы и не будем больше задерживаться на этом вопросе. Что же касается влияния практики на теоретическое знание, то этот процесс был выражен в менее заметных формах. Связано это, как нам кажется, скорее с опережающим развитием теории, чем с отсталостью практики. Поэтому можно согласиться с мнением Дж. Бернала относительно более слабого влияния техники на науку в Греции, чем в Египте или Вавилоне, где наука была, если так можно выразиться, «первично погружена» в задачи техники (в отличие от «вторичной погруженности» современной науки). Однако делать вывод о превосходстве доантичной науки, по-видимому, нельзя, хотя к нему и склоняется Бернал, выдвинувший тезис о том, что «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» [21, с. 99]. Вряд ли наука Египта и Вавилона меньше «запутывалась в домыслах», самое большее, там они были иными.

Ощущение необходимости гармонии между прикладным и теоретическим знанием, понимание их связи являются сильными сторонами греческой науки, позволившими ей достичь высокого уровня развития. Важным моментом в понимании этой взаимосвязи выступает относительность разграничения теории и практики. Так, например, в толковании Платона всякая наука будет

«прикладной» уже потому, что занятия ею воздействуют на душу самого занимающегося наукой: «В науках очищается и вновь оживает некое орудие души каждого человека, которое другие занятия губят и делают слепым, а между тем сохранить его в целости более ценно, чем иметь тысячу глаз,— ведь только при его помощи можно увидеть истину» (Государство, кн. 7, 527d—e).

Подобно тому как соотношение теоретических и прикладных наук было связано с соотношением частных и государственных исследований, оно было также тесно переплетено и с соотношением точного и «неточного» знания. Из теоретических наук в Греции теоретической по преимуществу многими, если не всеми школами, признавалась математика. По свидетельству Диогена Лаэртского (IV, 10), глава платоновской Академии преемник Спевсиппа Ксенократ сказал человеку, не владевшему математическими познаниями: «Иди, у тебя нечем ухватиться за философию». Мнение самого Платона по этому вопросу было менее последовательным и порой противоречивым. Так, во многих местах он говорит об идеальной сути математики, а в «Законах» (кн. 4, 747a) выдвигает на первый план практическую значимость точного знания: «Для хозяйства, для государства, наконец, для всех искусств ничто так не важно и никакая наука не имеет такой воспитательной силы, как занятие числами». В то же время в «Государстве» (кн. 6, 511) он уточняет, что математические способности занимают низшее место по сравнению с философскими и относятся не к разуму, а к промежуточной ступени между ним и мнением, т. е. к рассудку, который представляет собой «ту способность, которая встречается у занимающихся геометрией и им подобных» (511d). При этом имеется в виду преимущественно прикладная или ограничивающаяся чувственными моделями геометрия, которой противостоит другая, познающая вечное бытие (кн. 7, 527b).

Что касается сферы прикладных наук в целом, то здесь критерием развитости некоторой области этого знания у Платона является, с одной стороны, ее практическая эффективность, с другой — точность: «Что же касается строительного искусства, то, по-моему, оно пользуется многочисленными мерами и орудиями, которые сообщают ему большую точность и ставят его выше многих наук... ибо оно применяет отвес, токарный резец,

циркуль, плотничный шнур и хитро сделанный прибор — тиски» (Филеб, 56b—c).

Высокая оценка точности, конечно, еще не означала достижения этой точности на деле: и приборы и инструменты в Древней Греции были далеко не совершенны, если судить по современным стандартам. Однако, как и во многих других случаях, сама по себе оценка свидетельствовала о том, что появилась соответствующая установка (стремление к точности) и желание провести ее в жизнь, что и случилось в эллинистический период. Если александрийская наука в конечном счете также «не удалась», то причины этого лежат не в ее масштабах и пропорциях, а на уровне более сложных и в конечном счете системных параметров, тесно связанных с «экологией науки».

Следует отметить также и такую существенную особенность пропорциональности науки, впервые получившую развитие в древнем мире, как относительное противопоставление исследовательской активности в науке деятельности в плане преподавания и популяризации. В особенности это относится к эллинистическому периоду, хотя и ранее имелись попытки замыкания отдельных групп специалистов, например врачей (асклеиады) или математиков (пифагорейский союз), в институциональные группы. Относительно эллинистического периода приведем справедливое замечание П. Таннери: «Развитие математических наук в период эллинизма было настолько значительно, что они выделились в специальную научную область, а лица, желавшие внести в них что-либо новое, принуждены были с этого времени всецело посвящать себя им. В IV столетии до нашей эры Евдокс из Книда, великий геометр и астроном, был в то же время врачом, моралистом и законодателем; и это далеко не исключительный пример. Правда, Евдокс представляет собой типичного софиста, но в его время притязание на всеобъемлющие знания и способности было еще явлением обычным. В последующие века мы не находим ничего подобного: геометры замыкаются в область своей науки, а если и выходят из нее, то лишь для того, чтобы изучать приложение математики, например, к механике, как это делали Архимед или Герон» [186, с. 2—3]. Что же касается установки на специализацию в отличие от самой специализации, то мы находим немало указаний на

этот счет и в более ранней литературе, в частности у Платона, который отметил внутреннюю пропорциональность знания в сфере исследовательской науки и педагогики: «Одна сторона нашего знания, обращенная на науки,— творческая, другая же — воспитательная и образовательная» (Филеб, 55d).

В Риме популяризация, как и преподавание, была отнесена к сфере риторики, что привело к разграничению, с одной стороны, специалистов в какой-либо области знания (прежде всего прикладного: по сельскому хозяйству, архитектуре, навигации), а с другой — эрудитов, профессиональных риторов, нередко также поэтов или философов.

Это разграничение, само по себе определяющее некоторый «внешний» параметр науки, четко выражено и отстаивается в 16-й главе трактата Цицерона «Об ораторе». Позднее оно приобрело классический вид в арабомусульманской культуре, где «сознавалось различие между ученым (алим), специалистом по какой-нибудь одной науке, и образованным человеком (адиб), знакомым с последним словом каждой науки» [10, с. 45]. В греческий же и эллинистический периоды истории науки это противопоставление еще не столь ощущалось. Возникло, правда, разделение науки и философии. В I в. н. э. Цельс сказал о Гиппократе, что «он был первым, кто отделил медицину от философии» [270, с. 217]. Но это в сущности различие только в пределах античной науки, т. е. «внутренний» параметр. Возникшее еще в архаический период науки соотношение собственно научной и информационной деятельности в античности было дополнено и развито в виде противопоставления оригинального труда и обзора работ предшественников. Впервые в естественнонаучной литературе такой обзор был дан Страбоном в его «Географии». Заметим, что различие между греческим и эллинистическим периодом в истории масштабных (но не коммуникационных) параметров условно и до некоторой степени соответствует переходу от «малой» науки к «большой» в XX в.; позднеэллинистическая наука есть в сущности наука (естествознание) периода Римской империи: все работы проводились на римской территории, а их исполнители составляли научное сообщество данного периода.

Рим получил наследие эллинистического естествознания в наиболее высокой и развитой (в отношении как информационных, так и организационных пропорций), александрийской форме, синтезировавшей греческую математику, механику, медицину, географию с практически-прикладными достижениями египетской технологии. Однако римская бюрократическая машина, как и более ранние восточные деспотии, не смогла воспользоваться полученным научным наследием. В то же время утверждать, что римлянам остались чужды практические приложения науки, будет также неверным. Многие знания были внедрены в области строительного искусства (см. «Об архитектуре» Витрувия, где нашли отражение грандиозные строительные работы во времена Августа); были созданы водяные мельницы, ряд новых типов судов. Календари и карты, разработанные александрийскими учеными, методы их землеустройства и геодезии вошли неотъемлемой составной частью в римскую административную систему. Так, был осуществлен в течение 30 лет (завершен в 20 г. н. э.) обмер всей территории государства [70, т. 1, с. 206]. Благодаря усовершенствованным александрийцами «солнечным и водяным часам Римская империя превратилась в общество, вся жизнь которого регулировалась часами» [270, с. 227]. Пропорция между теоретическим и прикладным знанием была резко нарушена в пользу последнего. Цицерон в начале «Тускуланских бесед» подчеркивал, что «греки очень уважали геометров, и ни в чем их успехи не были столь блестящими, как в математике. Мы же познали суетность этого искусства с его тщетными уточнениями и вычислениями» [270, с. 219].

Таким образом, «римское чудо» (уникальность Рима среди великих держав древности), пожалуй, содержит в себе не меньше научного аспекта, чем «греческое чудо» (культурное). Однако теоретической стороны естествознания римляне не оценили. И каковы бы ни были причины этой недооценки (например, дешевизна рабского труда), на уровне пропорций действие этих причин было опосредовано неадекватным в условиях ранней науки повышением роли государственного фактора и вместе с тем прикладных отраслей знания. В других условиях, в которых роль «теории как максимально практической вещи» [34, с. 56] была бы уже очевидна, на другой ста-

дии экономического и научного прогресса естественно-научное исследование могло и не замереть. Видеть же причину этого угасания только в том, что эллинистическое естествознание было якобы оторвано от практики, неверно. Вряд ли вообще естествознание, и тем более такое развитое, как александрийское, могло когда-либо быть оторванным от практики. Приведенные примеры внедрения открытий и усовершенствований в римскую эпоху именно это и подтверждают. Но если практические знания в своей рудиментарной форме оказались более устойчивыми, чем естественные науки, то этого уже нельзя сказать об архимедовой инженерии и вообще более сложных видах техники, безвозвратно утраченных с исчезновением механики. Дело, таким образом, не в воображаемом отрыве эллинистической теории от практики, а в том, что римляне, принявшие на себя роль организатора, не смогли оценить теорию. Возможно, в какой-то мере это было связано с тем, что и сама греческая наука уже изжила себя, исчерпав круг своих проблем [9].

Рим «снял» все диспропорции эллинистической науки, растворив ее в административном и интеллектуальном аппарате, обслуживавшем рабовладельческий строй. Даже ликвидация римского государства не могла вернуть естествознанию достигнутые им в эллинистический период объем и пропорции. Под воздействием христианства пропорции знания начинают трактоваться с относительно новой расстановкой акцентов: в плоскости сопоставления знания религиозного и знания светского, включающего науку, философию и прикладные занятия — «полезные искусства».

Средневековое противопоставление светского знания религиозному в пределах единой системы знания имеет древние корни. Еще пифагорейцы делили приверженцев своей школы на «математиков» и «акусматиков». Первые отдавали предпочтение изучению рациональных доказательств и рассуждений, вторые же мистико-магическому рассмотрению символических предписаний («акусматов»). Аналогичное разделение можно найти и в догреческих цивилизациях, но лишь в европейском средневековье это противопоставление эсotericического и экзotericического знания носит наиболее четкий и выраженный характер. Но в то же время оно является и не чем-то имманентно присущим науке, а как бы навязанным ей извне.

В целом на уровне масштабов средневековую, и в особенности раннесредневековую, науку можно охарактеризовать как ослабление коллективных и частных научных усилий. На уровне же пропорций в ней отразилось полное искажение и удаление от оптимальных соотношений, даже от той весьма относительной оптимальности, которая была достигнута в эллинистический период. На уровне пропорций науки настоящее «средневековье» естествознания началось еще в римскую эпоху; на уровне же масштабов перелом в сторону минимизации наметился в период падения Римской империи.

Аналогично неодинаково протекало системное изменение феномена науки на уровне масштабов и на уровне пропорций в эпоху Возрождения. На уровне масштабов резко возрос объем исследований по всем параметрам. На уровне же пропорций изменение носило не столь односторонний характер. В преддверии более подробного рассмотрения пропорций науки Ренессанса остановимся на одном параметре-пропорции средневековой науки, стоящем несколько особняком.

Соотношение между открытыми и «тайными» исследованиями может быть зафиксировано в некоторых случаях уже для архаической науки. Так, в Древнем Египте [41, ч. 1, с. 48] существовали при храме Сераписа лаборатории для создания «методов подделки драгоценных металлов и камней». «Деятельность этих лабораторий была обставлена величайшей таинственностью», воспринятой затем средневековыми алхимиками. Тайна гарантировалась смертной казнью, что, впрочем, не составляло особенности одной алхимии (вспомним множество сообщений, начиная с легенды о том, как римский император Тиберий отрубил голову ремесленнику из одного опасения, что тот выдаст изобретенный им состав стекла, и до предания об ослеплении Бармы и Постника по приказу Ивана Грозного). Особо охранялись секреты мореплавания и кораблестроения. Известен случай, когда карфагенский купец посадил судно на мель, чтобы не выдать преследователям тайн морских путей; по законам Юстиниана (VI в.) выдача «варварам» тайн судостроения каралась смертной казнью» [19, с. 27]. В XIII в. алхимик Арнольд Виллановус говорил о том, что «каждый, кто откроет секрет алхимического искусства, умрет от апоплексии» и подвергнется адским мукам, как добав-

лял Р. Луллий. Но и в XVI в. алхимики «верили, что сообщение другому тайны философского камня карается внезапной смертью» [41, ч. 1, с. 49]; аналогичные факты из истории восточной науки см. в работе: [54, с. 113, 133, 174—175].

Эффективным средством охраны тайны (алхимической, астрологической и т. п.) в средние века являлся язык символов [214, с. 557; 278], который уже в совершенно иной функции сохранился в виде современных знаковых обозначений в химии и других науках.

В начале XV в. в Англии, а затем и в других странах профессиональная тайна сопрягается с вопросами собственности на изобретение и начинает охраняться патентами и привилегиями. Например, король Англии Генрих VI с 1440 по 1452 г. выдал пять привилегий на изготовление жизненного эликсира, золота и серебра [41, ч. 1, с. 50; 70, т. 1, с. 402; 354]. Возникновение этой новой пропорции науки — соотношения между патентуемыми и непатентуемыми исследованиями — служит примером того, как институты позднейшего естествознания (а не один лишь его логический аппарат) нередко отрабатывались первоначально на вненаучном материале.

§ 3. Пропорции науки периодов Возрождения и Просвещения

Приблизительно с XVI в. начинают проследиваться не только отдельные моменты становления пропорций новоевропейского естествознания, но и более или менее непрерывные кривые их изменения. С этого же времени становится возможным изучение не только отдельных параметров пропорциональности науки, но и их набора, по своей полноте приближающегося к завершенности (см. табл. 3).

Правда, завершенность касается лишь набора параметров, но не их значений, в отношении которых мы можем, наоборот, констатировать нестабильность. Мы видим наличие многочисленных экспериментов, уход в чистый эмпиризм (Ф. Бэкон) или рационализм (Декарт, Спиноза), уклон в сторону гуманитарных наук и преобладание педагогической деятельности над исследовательской (Эразм Роттердамский и другие гуманисты), абсо-

лютизацию эксперимента и отрицание университетского преподавания.

Унаследованное от средневековья соотношение между открытой и «тайной» информацией было дополнено соотношением публикуемой и непубликуемой информации. Очень часто значение книгопечатания преувеличивают и кладут его в основу всей новоевропейской науки. Эта точка зрения получила широкое распространение. Так, В. Б. Шкловский в «Комсомольской правде» от 25 февраля 1978 г. пишет, что «книгопечатание безмерно увеличило знание. Оно создало современную науку». В какой мере книгопечатание наряду с великими географическими открытиями XV в. может считаться системообразующим фактором Возрождения мы рассмотрим позже. Здесь отметим только, что в плане пропорций введение книгопечатания было одним из звеньев в цепи преобразований соотношения публикуемой и непубликуемой информации. Характерным в XIII—XIV вв. видом опубликования было помещение писем (возможно первоначально и адресованных отдельному лицу) в рукописные распространяемые сборники.

Эволюция пропорций развития науки в XV—XVIII вв. протекала на фоне усиливавшегося обособления науки от литературы и других видов деятельности. Для более раннего периода мы имеем многочисленные примеры недифференцированности научного, литературного и художественного сообщества, наподобие византийских частных «театров» XIV в., где обсуждение вопросов науки и словесности сопровождалось музыкой и пением, происходило на площадках и напоминает чем-то социометрическую «психодраму» XX в.

Пропорции науки рассматриваемого периода дают многочисленные примеры корреляций между информационным и организационным уровнями науки. Так, Ф. Бэкон предвосхитил не только экспериментальные методы науки, но и ее организацию в виде академий и ученых обществ. Бэконовский проект «Соломонова дома» служит образцом для создания академий и обществ и не только Лондонского Королевского общества. В истории германской академии Леопольдина (1683) подчеркивалось: «Фундамент для превосходной структуры общества, этого истинного Дома Соломона, заложил знаменитый и великий муж Фрэнсис Бэкон Веруламий» [106, с. 23].

Таблица 3
Параметры пропорций науки

Опорный уровень	А. Информационный уровень
1. Индивидуальный ученый	Соотношения между знаниями (интересами) и т. д. (отдельных ученых, работающих в различных областях науки (или в науке и искусстве и т. д.)
2. Научный коллектив	Соотношение между параметрами информации, генерируемой (распространяемой) в данном коллективе
3. Отраслевое сообщество	Пропорции различных видов научной информации, методик, инструментария; распространенных в данном отраслевом сообществе (или генерируемых, изобретаемых и т. д.)
4. Сообщество ученых (естествоиспытателей) в целом	Соотношения теоретических и экспериментальных, фундаментальных и прикладных исследований в данной отрасли Соотношения между естественными, гуманитарными и техническими науками; между экспериментальным и теоретическим подходом (в мировой науке или в регионе, характеризуемом данными системного состояния науки)

Вообще на уровне пропорций науки рельефно выступает исторический феномен, имеющий важное значение в эволюции параметров науки, а именно опережение достигаемых значений параметров установкой на достижение соответствующих значений. Формы выражения установки могут быть чрезвычайно разнообразны в зависимости от социально-исторических условий. Так, установка на мореплавание у древних греков в мифологической форме, выраженной в «Одиссее», предшествовала расширению реальных географических познаний классической древности. Аналогичное значение для географии в период испано-португальского возрождения имела деятельность

Организационный уровень

<i>В. Неформально-организационный</i>	<i>С. Формально-организационный</i>
Соотношения между личностными (и вообще психологическими), престижными и другими неформальными характеристиками отдельных ученых, непосредственно связанными с их научной деятельностью	Параметры соотношений и связей между формальными (административное положение, публикации, звания) характеристиками индивидуальных научных работников
Соотношения между распространенностью и выраженностью «невидимых колледжей» и других неформальных способов организации в различных областях науки	Пропорции различных видов научной продукции (публикаций) и форм организации научного коллектива
Соотношения различных видов неформальной организации научной деятельности в данной дисциплине между собой и соответствующими видами деятельности вне данного сообщества	Соотношения между академическими и университетскими, государственными и частными и другими формами административной организации исследований в данной отрасли
Соотношение между престижем различных областей науки, между выраженностью в них различных неформальных способов организации	Соотношения между различными модусами формальной организации исследований и разработок (государственной и частной, военной и гражданской и т. д.)

Генриха Мореплавателя. Наконец, можно упомянуть К. Э. Циолковского и других энтузиастов освоения космоса, труды которых на десятилетия опередили реальные успехи в этой области.

С точки зрения пропорций развития науки существенно, что прогресс в практическом и активном исследовании природы в рассматриваемый период связывался с финансовой стороной дела. В известной «Истории Лондонского Королевского общества» [1667 г.] Т. Спрат констатирует, что «вера народа в экспериментальную философию еще не так сильна, чтобы люди разных сословий жертвовали на нее свои ценности. Но наступит время, и они поймут

это. Ведь если бы король Англии в свое время не поспешил снарядить несколько кораблей для Колумба, то сейчас серебро Вест-Индии текло бы в Лондон, а не в Севилью» [цит. по: 106, с. 62].

Важное значение в предренессансный период начинает приобретать соотношение между различными методами, приемами и подходами в научном исследовании. Так, для XIV в. впервые зафиксировано сознательное противопоставление описательного и каузального подходов. Ж. Фруассар в хронике истории средневековья пишет, что если бы он «не разъяснял сути происходивших событий, а просто писал, что случилось так-то и так-то и тогда-то, это была бы не история, а хроника». Сам он выбирает противоположный путь разъяснения причин и сути явлений [276, с. 153].

На более позднем этапе, нередко обозначаемом историками науки как этап «возникновения научных академий» (середины XVII в.— начало XVIII в.), сформировались значительные различия между странами по пропорции экспериментальных и теоретических работ. Так, Парижская академия сравнительно мало уделяла внимания экспериментам (там даже не было должности куратора опытов); Лондонское Королевское общество, наоборот, придавало им решающее значение. Были и другие различия по пропорциям между областями науки и методологии по странам и периодам. Например, начало XVIII в. знаменовалось резким повышением интереса к математике, а конец — к описательной биологии.

Все эти соотношения были достаточно лабильны и менялись по годам и десятилетиям в зависимости от социальных факторов и изменений, происходивших в науке. Обращаясь к описательной биологии, мы можем отметить, что увеличение ее роли и значимости среди других наук сменило то относительное пренебрежение, которое к ней питали ранее. Пренебрежительное отношение было результатом хаоса в биологических представлениях, который, в свою очередь, явился следствием огромного наплыва нового ботанического и зоологического материала из колоний, захваченных и обследованных в течение первой половины XVIII в. Но еще во второй половине XVII в. положение было иным, ибо система растений и животных, разработанная Дж. Реем, имела перед линнеевской преимущество, заключавшееся в ее

естественности, хотя была она основана, конечно, на гораздо меньшем материале. Не лишен значения для истории престижа описательных наук и тот факт, что в 1686 г. Лондонское Королевское общество отказалось печатать «Математические начала естественной философии» Ньютона. Располагая для этого необходимыми фондами, оно предпочло израсходовать их на «Историю рыб» Уиллоуби и Рея.

Одним из важнейших достижений XVII в. было установление равновесия между экспериментальными и теоретическими исследованиями в результате повышения престижа первых, хотя теоретическая наука и описательные дисциплины имели в тот период значительно более прочные традиции.

Параметр соотношения светского и духовного знания постепенно утрачивает то значение, которое он имел ранее. В эпоху Ренессанса это соотношение выливается в антагонизм, формы проявления которого стали чрезвычайно острыми и более трагическими, чем когда-либо в мировой истории. Тем не менее общая тенденция к секуляризации науки наблюдается в течение всего рассматриваемого периода и в конечном счете ведет к почти полной элиминации данного параметра из общего набора параметров частичного уровня пропорций науки. Косвенным отражением соотношения светского и духовного знания служит соотношение численности деятелей науки и культуры из духовных и светских сословий — показатель, конечно, не вполне адекватный, поскольку духовные лица вполне могли быть носителями чисто светского знания, как и имело место впоследствии с Г. Менделем, П. Тейяром де Шарденом и др. В предренессансный период численность обеих категорий была сопоставима. Так, из упоминаемых в исторических источниках 91 деятеля византийской культуры XIV в. 51 человек принадлежал к иерархии и 40 были светскими лицами [356]. Аналогичное положение существовало и в Западной Европе [154]. К периоду Просвещения в связи с институционализацией науки уже большинство ученых обеспечивается за счет государственных или частных (но не церковных) доходов. Однако ученых, материально обеспечиваемых одной научной деятельностью, практически не было до второй половины XIX в. [249]. Все эти сдвиги отражают глубокие процессы эмансипации науки.

Относительно соотношений между частным и государственным секторами в науке следует отметить, что пока прикладной эффект науки был невелик, т. е. до XVIII в. государства не проявляли в ней большой заинтересованности. Как частные появились и первые научные журналы, например парижский «Журнал ученых».

Положение изменилось после промышленной революции XVIII в., когда рост государственных субсидий и участие государства в организации науки сопровождалось возникновением новых соотношений и пропорций в науке, в том числе соотношения военных и гражданских исследований.

Военные исследования как особая область впервые выделились, видимо, во Франции в период наполеоновских войн и сопровождались такими общеизвестными в настоящее время последствиями (хотя, конечно, в несравненно меньших масштабах), как, например, засекречиванием исследований, в том числе и фундаментальных (работы Г. Монжа по начертательной геометрии). Военное назначение имел и телеграф, изобретенный К. Шаппом в 1794 г., а также первый (паровой) автомобиль, построенный для перевозки пушек в Париже в 1769 г.

Если углубиться в поиски более ранних примеров, то можно найти случаи проведения научных и научно-инженерных работ военного значения еще в древности. Наиболее известным примером являются работы Архимеда при обороне Сиракуз (213—212 гг. до н. э.). Можно упомянуть также буравы и тараны, сконструированные Диадом при Александре Македонском для разрушения стен фикийского островного города Тира, «греческий огонь» и военные изобретения Леонардо да Винчи [268]. Но все-таки только начиная с эпохи промышленной революции военные исследования и разработки стали рассматриваться как неотъемлемая и естественная часть системы науки.

В эпоху капитализма повышается роль прикладных исследований¹ в широком смысле слова и в конечном

¹ Несомненно, что прикладным исследованиям в условиях господства частного капитала гораздо легче было найти источник финансирования, чем фундаментальным, всегда имеющим оттенок «утопичности». Как отмечал еще М. Е. Салтыков-Щедрин [Поли. собр. соч., т. 14, с. 196—197], капиталист ценит в науке «только прикладные знания, нагло игнорируя всю подготовительную тео-

счете это приводит к тому, что сегодня в развитых капиталистических странах объем прикладных исследований в три-четыре раза превосходит объем исследований фундаментальных. Не мог не отразиться на пропорциях науки и начавшийся в XVII в. экспоненциальный рост параметров объема.

Расхождение экспонент, соответствующих объему различных компонентов науки, породило типичную для дальнейшего развития науки картину брэдфордского распределения, которое характеризует численность кадров, публикаций, журналов и т. д. в различных странах и областях науки. Из всех показателей развития науки на капиталистической стадии приобретают характер брэдфордского распределения показатели долевого участия разных источников финансирования науки. Начиная с XVII в. общей тенденцией является постоянный рост доли государства в субсидировании, организации и использовании науки. Эту тенденцию следует рассматривать как полезную для науки прежде всего потому, что наука, достигшая высокого уровня развития, становится с точки зрения правящих классов практической ценностью.

§ 4. Пропорции науки XIX—XX вв.

В XIX—XX вв., в период «классической» и «постклассической» науки (для уровня пропорций вряд ли следует специально обособлять эти два периода ввиду полной преемственности показателей), ее пропорции выступают как особый аспект, чрезвычайно чувствительный к изменениям других параметрических уровней (например, объемного или интегративного), и к внешним воздействиям (управлению наукой). По мере роста целостности науки как социального организма увеличивается роль со-

ретическую работу и предоставляя исследователям истины отыскивать ее на собственный риск». На более позднем этапе роль фундаментальных исследований в принципе уже невозможно было игнорировать, но противоречие между этим фактом и непосредственной заинтересованностью капиталиста только в прикладной науке так и не было преодолено. В рассматриваемый период весьма паллиативной попыткой такого преодоления было повышение роли государства в науке и организация академий. На дальнейших стадиях выступают новые формы «огосударствления» науки, отражающие тенденции к ее перерастанию в непосредственную производительную силу.

отношений между различными параметрическими уровнями и их компонентами, а также между уровнями инфорг-структуры. «Удвоение объема знания не просто удваивает трудность его организации, но увеличивает эту трудность в четыре раза; утроение же объема влечет за собой увеличение трудности организации в девять раз» [304, с. 172].

Трудности преодоления диспропорций в развитии науки представляют разительный контраст по сравнению с бурным ростом ее объемных показателей.

На эти трудности неоднократно указывалось представителями антисциентизма [см. об этом: 211]. При этом антисциентистами практически никогда не проводилось различия между уровнями структуры науки, достаточного, чтобы увидеть, насколько резко должны не совпадать соответствующие оценочные суждения. Впрочем, замечания делались не только с антисциентистских, но и с гораздо более серьезных позиций, в том числе и учеными. Рост численности естествоиспытателей, по мнению ряда авторов, в частности Вант-Гоффа, ведет к снижению процента творческих умов [см. подробнее: 171]. Это касается групп 1В и отчасти 1А табл. 3.

По мере возрастания объема науки возможные диспропорции становятся все более опасными, и уже не только для функционирования самой науки. Это верно, прежде всего, применительно к уровню мирового сообщества естествоиспытателей и к пропорциям различных крупных областей исследования (группы 4А — 4В табл. 3). Советский математик С. Соболев в обращении, опубликованном в сборнике «Наука и общество» (М., 1977, с. 88), подчеркнул, что «очень опасной может стать диспропорция в развитии различных областей знания. Наука о природе может отстать от развития техники. Результат этого известен — загрязнение среды, в которой живет человек. Наука об управлении обществом может отстать от наук, дающих людям в руки опаснейшее оружие уничтожения». Отсюда видна огромная актуальность и насущная необходимость исследования пропорций науки и исторических тенденций их развития.

Эти тенденции берут свое начало с эпохи Возрождения, но в законченном виде проявились лишь в XIX—XX вв. С начала XIX в. становятся постоянными жалобы на «информационный взрыв» и невозможность ориентиро-

ваться в массе нарастающих знаний. Ранее такие жалобы высказывались (В. Гильбертом, Б. Ричем), но только спордически; с XIX в. мы в любом издании, где освещаются общие вопросы науки, и почти за любой год найдем высказывания, подобные приведенному в петербургском «Журнале министерства народного просвещения» (1834, № 1, отд. 5, с. 122): «Наш век есть век поверхностных знаний; мы столько же потеряли в отношении к основательности учения, сколько выиграли в отношении к обширности сведений: всякий хочет читать, немногие имеют охоту учиться. Журналы, обозрения, листки, энциклопедии: все сии мелкие сочинения, занятия коими не стоят ни малейшего труда, почти всюду заменили собою постоянные и основательные упражнения». Анонимность заметки (со ссылкой на неназванное швейцарское издание) лишь подчеркивает распространенность этой точки зрения (хотя акценты могут быть расставлены и иначе, например с упором не на легкость, а на обилие информации).

Из пропорций науки XIX—XX вв. в литературе наиболее часто подвергались анализу соотношения науки и образования, прикладных и теоретических, государственных и частных, военных и гражданских, гуманитарных и естественнонаучных исследований.

В области соотношения науки и образования в XX в. обнаружилось острое противоречие и стремление многих специалистов ограничить свою деятельность лишь одной из этих сфер. В XIX в. и даже в первой половине XX это противоречие сглаживалось высокой оценкой преимуществ университетской науки: сохранения традиций, облегченной подготовкой исследователей, автоматического решения вопроса о связи образования с научной работой (которая организационно оформлялась именно как «оставление при кафедре»).

Высшая школа XX в. проявляет все более сильную тенденцию отделиться от исследовательских учреждений, подобно тому как ранее от них отделилось начальное и среднее образование. Однако ценность вуза снижается, если в нем не преподают активные ученые. В своем завершении упомянутая тенденция привела бы к подрыву как науки, так и образования. В среднем продуктивность ученого, работающего без педагогической нагрузки, и ученого, преподающего в вузе (где объем учебной работы составляет более половины всей загруженности), — вели-

чийны одного порядка. Отсюда либо первый недогружен, либо второй (что более вероятно) имеет какую-то компенсацию от учебной работы, которая стимулирует научную активность. Многие ценнейшие вузовские учебники, представляющие несомненный вклад в науку, никогда не были бы написаны, если бы их авторы в течение ряда лет не читали соответствующих курсов. Количественно-организационная сторона данной проблемы на материале науки различных стран рассмотрена в работах: [20, 128, 272, 313].

Структура распределения научных исследований и опытно-конструкторских разработок (НИОКР) между академическими и университетскими центрами в XX в. в США является для многих других капиталистических стран своего рода эталоном, подобно тому как в течение значительной части XIX в. аналогичную роль играла Германия с ее университетской системой обеспечения науки. Американская же наука в течение XIX и начале XX в., как известно, отставала вследствие недооценки фундаментальных исследований. Исправление этой диспропорции под влиянием притока ученых, бежавших в 30-х годах из фашистской Германии, является одним из примеров воздействия социальных факторов на пропорции, складывающиеся в науке как системе.

Цифры долевого распределения расходов на науку в США указывают как на абсолютное, так и на относительное к валовому национальному продукту их возрастание в связи с войной и возрастание доли государства в финансировании НИОКР (с 18% в 1940 г. до 79% в 1945 г.). Если же судить не по источникам финансирования, а по освоению средств, картина приобретает иной характер.

Так, если в США университеты субсидируют [126] только 4% общего объема научных работ, то выполняют они (судя по использованию средств) 13%; государственный сектор в США дает 62% всех средств, затрачиваемых на науку, а реализует непосредственно только 14%. Наоборот, промышленный сектор дает 33% всех расходов на науку, а реализует 69%.

Тенденция сближения университетской науки с академической выражается в появлении ряда промежуточных структурных форм. Иногда создается традиция иметь в университетах места без преподавательских обязанностей, которые нередко служат прибежищем для ученых-теоре-

тиков (например, такая должность была у Эйнштейна сначала в Берлинском, а впоследствии в Принстонском университете). Эти места дают возможность совмещать академическую свободу со специфической университетской атмосферой.

В. И. Вернадский писал, что «все яснее становится невозможность и невыгодность постоянного соединения всей научной исследовательской работы с современной высшей школой, предъявляющей все растущие требования к своему преподавательскому и студенческому персоналу, несоединимые со многими задачами очередной исследовательской работы. Конечно, высшая школа должна быть могучим центром работы исследовательского характера, без этого она не может существовать. Но она одна уже не в состоянии удовлетворить разросшихся задач научного исследования» [44, с. 4]. Из этих слов очевидно, во-первых, что в XIX — начале XX в. масштабы научных работ в университетах настолько превосходили академические, что за университетами признавалась своего рода монополия на науку. Во-вторых, что к 1916 г., когда писались эти слова, монополия изжила себя и стала необходимой перестройка пропорций науки в сторону увеличения роли академических и промышленно-отраслевых центров. Эта перестройка, происходившая весьма различно в зависимости от социального строя, явилась одной из важнейших сторон современной научно-технической революции, если рассматривать последнюю в плане организационных пропорций развития науки.

Естественно, различия по показателям пропорций науки наблюдаются и между странами с более или менее сходными социальными укладами в зависимости от национальных традиций, культурной ориентации и других факторов, не всегда поддающихся строгому учету. Достаточно упомянуть уклон американской науки XIX в. в сторону изобретательства и прикладных задач, практически отсутствовавший ранее, или относительно более теоретическую направленность европейской науки того же периода. Для этапа современной научно-технической революции можно привести пример соотношений между объемом и стоимостью разных этапов НИОКР. Так, в Великобритании в 60-х годах на исследования и разработки приходилось 5—10% от стоимости всех работ по созданию новой продукции, на техническое проектирование — 10—20%, на непосред-

ственную подготовку к производству — 40—60%, на начальные производственные затраты — 5—15%, а на рекламно-сбытовые — 10—20% [266]. В США в этот же период до 25% средств, связанных с созданием и освоением новой продукции, шло на исследования и разработки, а 75% — на решение производственных проблем и организацию сбыта [126, с. 27].

Развитие соотношения фундаментальных и прикладных наук в общем плане продолжает тенденцию, наметившуюся еще в XVIII—XIX вв. Относительно взаимовлияния этих сфер существуют разные точки зрения, обусловливаемые в значительной мере постановкой самой проблемы.

Развитие прикладного естествознания оказывало и оказывает определяющее влияние на постановку теоретических проблем естествознания. В то же время, особенно на фоне бурного развития физики и других фундаментальных наук в последние десятилетия, существенное значение приобретает и обратное влияние. «Задача чистого естествознания состоит в том, чтобы подготовить почву для развития техники. Так как эта почва истощается довольно быстро, то важно, чтобы она непрерывно обновлялась; для этой цели служит теоретическое исследование» [60, с. 12].

Для 30-х — 40-х годов характерен непрерывный рост доли физических исследований. Картина несколько изменилась в пользу биологических наук под влиянием успехов молекулярной биологии в 50-х годах. Характерной для современного этапа в этом отношении служит пропорция, сложившаяся в США, где среди всех фундаментальных исследований доля физико-химических наук составляет в 1970-х годах около 36%, доля биологических наук — около 30%, а доля геолого-географических наук — 16%. Если в отношении структуры фундаментальных исследований американская наука характеризуется определенной пропорциональностью, то этого никак нельзя сказать применительно к распределению прикладных и теоретических, и особенно гражданских и военных исследований. Еще в 1964 г. в США [164, с. 68] из 20 млрд. долл. валового национального продукта, расходуемых на науку, 75% шло на военные цели. В дальнейшем эта доля фактически не уменьшалась.

Растущая милитаризация науки, представляющая одну из главных диспропорций в ее современном развитии, вы-

зывает все более интенсивную критику со стороны ученых самых различных стран. Эта диспропорция затрагивает не только США, но в той или иной мере и другие развитые капиталистические страны. Если в США из общей суммы расходов на науку в 60—70-х годах на военные расходы (включая космическую технику) уходило около 65%, то во Франции соответствующая цифра составляла в среднем около 45%, в Англии — 40%.

Существенным параметром, характеризующим занятость в сфере науки, является отношение численности основного научного персонала к числу вспомогательных и технических работников. Этот параметр проявляет значительную константность в течение XIX—XX вв. Для иллюстрации сравнительного положения в различных странах приведем данные на конец 1960-х годов, когда в США на 10 тыс. человек приходилось в 1967 г. в среднем 67 человек, занятых в сфере науки, причем из них были 36 научных работников, инженеров и техников и 31 вспомогательный работник; для Англии соответствующие цифры были 40—30 и 10 человек, для Нидерландов — 36—26 и 10, для ФРГ — 32—18 и 14, для Швеции — 32—22 и 10, для Японии — 30—20 и 10, для Франции — 28—18 и 10.

К данному параметрическому уровню науки относятся и такой недавно подвергшийся исследованиям показатель, как историческая глубина цитирования. Ему посвящена, в частности, работа С. Деджера, снабженная графиком, изображающим глубину цитирования в научных работах по физике за 20 лет [267]: Отношение числа цитируемых работ к числу существующих в данной отрасли публикаций — это параметр второго уровня, для которого и его числитель, и знаменатель служат параметрами первого уровня. В то же время параметром данного уровня является и отношение числа публикаций, цитируемых из данного года, к числу всех публикаций, цитируемых за все года, которое и определяет историческую глубину цитирования.

Наконец, на уровне пропорций науки укажем еще на одну важную характеристику. Существенным и недостаточно исследованным аспектом пропорций науки на современном этапе ее развития является географическое размещение научных центров, их сравнительная плотность и другие показатели. Здесь многие цифры отражают как требования момента, так и исторические традиции. Напри-

мер, в США доля северных штатов в государственных заказах с 1958 по 1967 г. уменьшилась с 43 до 38%, в то время как в освоениях частных ассигнований она оставалась на уровне 73% [126, с. 159—160]. Причиной сдвига являлось послевоенное перемещение промышленности в южные и западные штаты, причиной постоянства частных ассигнований — традиционно сложившиеся и налаженные связи и контакты.

Во многих отношениях исторические корни географического размещения научных центров и кадров уходят в XIX в. и более раннее время. В этом отношении заслуживают внимания данные по географии образования и науки в европейских странах в XIX в., когда «в Англии система технического образования стояла на несравненно более низком уровне, чем во Франции, России и Германии. До середины XIX в. в Англии преобладала система ученичества, т. е. подготовки инженеров в процессе их работы на заводах... Если в разработке прикладных задач механики в России, Франции и Германии превалировали теоретические исследования, то в Англии, а особенно в Соединенных Штатах предпочитали эксперимент и пользование эмпирическими и полуэмпирическими формулами» [124, с. 90].

В XX в. межстрановой баланс научных кадров претерпел существенные изменения сначала в пользу США, затем СССР. В последние годы несколько увеличивается доля развивающихся стран. Для СССР О. М. Сичивица [180, с. 213] приводит рассчитанную им численность научных работников на 10 000 человек в 1972 г. по союзным республикам. Так, для РСФСР эта численность составляет 54,8, для Украинской ССР — 30,1, для Белорусской ССР — 28,4, для Узбекской ССР — 21,3 и т. д.; в целом данный параметр (как и вообще группа параметров, связанных с географическим распределением науки) представляет существенный интерес, хотя накопленный материал еще недостаточен для создания связной исторической картины. Следует учитывать, что географическое распределение кадров и затрат на науку по отдельным странам принимает различный вид в зависимости от конкретных областей исследования. В частности, если обратиться к рассмотренному ранее примеру, иллюзорным оказывается превосходство США перед другими странами по ряду показателей научно-технического прогресса. В пересчете на валютные

курсы, принятые при оценке стоимости научно-исследовательских работ, «США обгоняют западноевропейские капиталистические страны по военным исследованиям в 4—5 раз, а по гражданским — менее чем в 2 раза. Если же взять расходы на гражданские НИОКР в процентах к национальному доходу, то по этому относительному показателю, приблизительно равному 2%, Западная Европа и Япония практически не уступают США» [126, с. 28—29].

Рассмотренные (см. гл. II и III) уровни параметрической структуры науки обладают относительной самостоятельностью, что делает их вполне «каноническими» предметами исследования в рамках отдельно изучающей их дисциплины наукометрии. В то же время не следует забывать, что с точки зрения общей картины развития науки закономерности, выявляемые на уровне масштабов науки (включая как объем, так и пропорции), не могут быть оторваны от высших уровней параметрической структуры науки, которые влияют на масштабный уровень и во многом обуславливают его. Из этих высших уровней наиболее непосредственное воздействие на масштабы науки оказывают коммуникационные параметры, многие из которых в какой-то мере могут быть исследованы наукометрическими методами. Эта возможность была обнаружена в последние годы и, представляя собой крупное достижение наукометрических методов, позволила наметить новые пути для «наведения мостов» между масштабным и коммуникационным, а также интегративным уровнями развития науки и в результате приблизиться к созданию целостной модели науки как функциональной системы.

Усилившееся в эпоху НТР обобществление труда научных работников неизбежно в той или иной мере и форме выражается в усилении роли государства в управлении наукой. В условиях социализма это усиление проявляется в формах планирования и интеграции науки.

Соответствующие меры в СССР проводились с самых первых лет существования Советской власти [12, 155, 181]. В капиталистических странах огосударствление науки протекало наряду с осознанием практической и едва ли не в первую очередь военной потребности в науке. Соответственно первоначально увеличилась доля государства именно в прикладных исследованиях и опытно-конструкторских разработках. Только позднее, в основном уже к середине XX в., начала осознаваться огромная практиче-

ская роль фундаментальных исследований, что привлекло правительственные субсидии в эту сферу.

В конечном счете ни в одной капиталистической стране тенденция к огосударствлению научных работ не нашла полного и последовательного выражения. В этом заключается одно из основных системных различий на уровне пропорций науки между капиталистической и социалистической системами организации науки.

Рассмотренными соотношениями, конечно, не исчерпывается частичный уровень пропорций науки на современном этапе. В сущности все структурные расчленения науки и параметрической ее структуры определяют по мере своего возникновения все новые и новые соотношения между параметрами. Например, важными в период НТР стали отношения поисковых и тематических, целевых и направленных на апробирование метода (инструмента, способа) исследований; как только были подвергнуты изучению параметры, связанные с цитированием и исследованием ссылочного аппарата, сразу же в этой области были обнаружены те или иные показатели пропорций. Так, появилась возможность описать науку некоторой страны еще одним дополнительным показателем, попадающим в группу 4B табл. 3 — «автаркичностью» науки, процентом ссылок на отечественные исследования. Этот процент наиболее высок для США (83%) и СССР (76%), относительно низок для ряда других стран: ФРГ — 57%, для Великобритании — 27% [75, с. 187].

Намечаются также возможности перехода от анализа пропорций, характеризующих данный момент или данное состояние некоторого региона науки, к анализу динамики пропорций, характеризующей прирост показателей. Так, предполагается, что отношение прироста числа публикаций к самому этому числу может служить объективным показателем перспективности данной отрасли [64]. Эти данные, равно как и другие показатели, соответствующие группе 3 B табл. 3, безусловно заслуживают дальнейшего исследования.

Соотношение между естественнонаучными и гуманитарными исследованиями также часто привлекает к себе внимание при анализе пропорций современной науки. В связи с общими процессами дифференциации, это соотношение выступает уже в качестве «внешнего» параметра естествознания, т. е. одного из таких, как, например, соот-

пошения науки и искусства, литературы и т. д. На первый план при этом выходит интегрирующая роль данных соотношений (см. гл. V—VI).

Существенно повышается за последние годы удельный вес исследований, посвященных пропорциям и соотношениям различных форм научной коммуникации. Исследованы, например, некоторые соотношения коммуникативных объединений внутри «невидимых колледжей» [86]; рассмотрены методологические особенности количественного выделения структурных единиц науки [159], что открывает возможность дальнейшего уточнения соотношений между различными специальностями, научными направлениями и т. д. Для изучения эшелонов публикационного массива ценным явилось рассмотрение формальных и содержательных отношений между эшелонами статей, обзоров, монографий и учебников [140].

Таким образом, реальный масштаб исследований, в особенности на современном этапе, может быть описан только сочетанием параметров объема с параметрами пропорций развития науки. Эволюция некоторых пропорций науки, например соотношения между теоретическим и практическим знанием, между исследованием и преподаванием, восходит к античности и не проявляет тенденции к прекращению. Другие же, например соотношение между государственными и частными исследованиями, значимы лишь для определенных общественных формаций. Общая тенденция эволюции пропорций науки ведет к их стабилизации в некотором сочетании, определяемом как имманентными факторами развития науки, так и потребностями общества и различными социальными причинами.

КОММУНИКАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ

Процедура выделения групп параметров на пересечении уровней, относящихся к различным иерархиям структуры науки, позволяет образовать группы параметров следующего, коммуникационного уровня (см. табл. 4).

Не все коммуникационные параметры в равной мере выражены на различных этапах развития науки. Так, параметр структурированности систем научной коммуникации (группа 4С) до создания способов широкого оповещения об открытиях практически не был представлен. Позднее он эволюционировал в сторону оптимизации, однако и на современном этапе далеко не достиг предела, если учесть дублирование исследований и ведомственную разобщенность.

Признаки и свойства, которыми может быть охарактеризовано научное сообщество в плане его коммуникационной структуры, представляют собой более сложные показатели развития науки, чем числовые параметры, определяющие масштаб исследований в данных условиях, или чем соотношения между этими параметрами, рассмотренные в предыдущей главе. В то же время и показатели, связанные со структурой научного сообщества, имеют свое параметрическое выражение, хотя и не сводятся к нему. В целом структура научного сообщества и такие ее признаки, как руководство в его специфических формах, ранговые и межуровневые соотношения внутри научного коллектива, информационные и организационные связи, отражают как влияние внешних для науки принципов организации данного общества, так и потребности в определенном виде организации, свойственные самой науке.

Первостепенная роль анализа научной коммуникации для понимания структуры сообщества в последние годы нашла широкое признание, что явствует из обилия публикаций, посвященных этой проблеме и уступающих по свое-

Таблица 4
Группы коммуникационных параметров науки

Опорный уровень	А. Информационный уровень	В. Неформально-организационный подуровень	С. Формальный подуровень
1. Индивидуальный ученый	Параметры научной информации, генерируемой или распространяемой отдельными учеными	Характеристики коммуникации, осуществляемой отдельными учеными	Параметры участия отдельных ученых в организациях и в формальных средствах коммуникации
2. Научный коллектив	Содержательные параметры научной информации, циркулирующей внутри коллектива	Параметры научных контактов и коммуникационных сетей в исследовательском коллективе	Параметры употребляемых данным коллективом средств документации
3. Отраслевое сообщество	Характеристики содержания научной информации, распространяемой в отраслевом сообществе	Структурно-коммуникационные параметры неформальных сообществ специалистов данной отрасли	Структурно-коммуникационные свойства формальных объединений и генерируемой ими документации
4. Сообщество ученых (естествоиспытателей) в целом	Характеристики содержания научной информации, включаемой в мировой тезаурус	Параметры циркуляции научной информации в мировом сообществе	Параметры глобальных и национальных научно-коммуникационных систем

му числу, пожалуй, только публикациям по объему науки. Коммуникационные параметры — это параметры жизни научного сообщества, показатели интенсивности, эффективности, быстроты, четкости, полноты процессов превращения информации в знание, отдельных знаний — в систему знания. Другими словами, это показатели переноса достижений науки от исходных точек их генерации к конечным «митохондриям» их использования, равно как и обратного воздействия интегративных параметров развития науки на низшие параметрические уровни и частичные уровни.

В науке как деятельности уровень коммуникаций есть нечто промежуточное, опосредующее между уровнем отдельных познавательных актов и уровнем синтетических форм научной деятельности, включающим создание картины мира, разработку комплексных проектов и т. д. В каждом достаточно целостном акте научной деятельности, будь то открытие, создание новой дисциплины или внедрение нового метода, выделяются два полюса, или «крайних уровня», благодаря которым каждый акт входит в набор элементарных актов науки или, наоборот, в тот план науки (естествознания), который роднит ее с философией и с культурой в целом. Помимо этих полюсов, соответствующих масштабным и интегративным параметрам, выделяется также некоторый промежуточный слой, составленный актами коммуникации, т. е. превращения индивидуальных открытий и достижений в достояние науки как таковой.

В науке как структуре уровень коммуникации также занимает важное место: без него нет перехода от множества структурных элементов науки к ее целому. Как уже было сказано, в триаде «элемент — подсистема — система (целое)» уровень элементов соответствует масштабам, подсистемный уровень — коммуникации, а уровень системы в целом — показателям интеграции. В плане науки как истории для различных отраслей знания также можно условно наметить периоды, в течение которых наибольшее значение приобретает соответственно рост объема знания (числа организаций, публикаций и т. д.), улучшение коммуникации и интеграция. Говоря же об итоговых характеристиках коммуникации в естествознании, мы можем выделить период коммуникации в древней и средневековой науке, период становления современных коммуника-

ионных систем, «классический период» коммуникации в ее академических формах (конец XVIII — первая треть XIX в.) и современный период научно-технической революции.

§ 1. Коммуникация и ее параметры в науке древности и средних веков

На наиболее ранних стадиях развития форм передачи абстрактного и прикладного знания от человека к человеку не возникало нужды в воплощении этих форм в каких-либо структурированных ассоциациях или специальных приемах. Это не означает, что не было открытий или потребности в их передаче. В периоды каменного, бронзового и железного веков было сделано множество открытий и изобретений, но они были чрезвычайно разрознены во времени и пространстве, что препятствовало коммуникации. Возможно, наиболее рано потребность в относительно регулярной передаче сведений о новых изобретениях и знаниях возникла в древнейших группах ремесленников, занятых примитивным металлургическим производством. Конечно, это не были научные сообщества, но все же из их деятельности позднее развились некоторые виды ранненаучной коммуникации. Здесь мы видим, хотя и в своеобразной отрицательной форме, пример инфорг-соответствия: для того чтобы появились первичные организационные формы науки, необходимо возникновение исследовательской активности, и обратно, развитие такой активности стимулируется только при условии наличия хотя бы несовершенной организации.

Круг этот не является «порочным», поскольку самые первичные формы организаций и коммуникации не были порождены наукой, но заимствованы извне. Появлению первичных форм коллективности в научном исследовании предшествовала длительная стадия параллельного и независимого развития принципов, с одной стороны, организационной деятельности вообще, а с другой — исследования. Синтез обеих этих линий в конечном счете привел к институционализации исследований и впервые проявился в период античной «высокой классики» и эллинизма. Однако в то время оценить все значение возникших модусов организации и коммуникации в науке было невозможно, и еще менее это было возможно в эпоху средневековья, вплоть

до того момента, когда и экспериментальное естествознание и организация исследований одновременно приняли регулярные формы сначала в виде пробных попыток (эпоха Возрождения), затем стабильно и необратимо (Просвещение). Сегодня мы, зная о дальнейшей эволюции коммуникационных параметров науки, можем оценить зачатки этой эволюции в древности, начиная с эпизодов «глобальной коммуникации» в догреческом мире.

Известен, например, многовековой обмен естественно-научными сведениями между цивилизациями Индии и Китая, Месопотамии и Кавказа. Связь греческой науки с египетской, вавилонской и финикийской относится уже к историческим временам. Если сообщения античных биографов о путешествиях деятелей древнегреческой науки в Египет и Вавилонию нельзя считать всегда точными, то все же эти сообщения (а они имеются почти о всех крупнейших ученых, врачах и философах) говорят о том, что в сознании греков наука выходила за национальные рамки и обладала преемственностью в развитии. В результате этой коммуникации Греция заимствовала, развила и передала астрономические и космологические представления, счет времени, алфавитное письмо и ряд других культурных достижений Передней Азии. Отсюда же «коммуникационные потоки» шли и на восток: идеи вавилонской теории планетного движения и конкретные результаты вычислений вавилонских астрономов были заимствованы в Индии Варахамихирой в его «Панчасиддхантике»; из Греции в Индию пришли термины «джьямитра» (диаметр), «кендра» (центр), «кентрон» (точка пересечения эклиптики с горизонтом) и др. [52, с. 172].

Само возникновение и усовершенствование первичных форм сообществ ученых было тесно связано с эволюцией коммуникации в науке. В Греции такими сообществами были философские школы, а позднее более приближенные к естествознанию в современном смысле учреждения типа Академии или особенно Ликее. Необходимо подчеркнуть двоякую направленность деятельности в Ликее Аристотеля и его ближайших учеников, типичный и очень ранний пример взаимоопределения информационного и организационного планов науки. Данное явление удачно характеризует Дж. Бернал, говоря о системе Аристотеля: «Специфическая гениальность этой системы заключается в ее всеобъемлющем характере, в ее упорядоченности и целост-

ности, 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 организовал 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 города, 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» [21, с. 121].

Эллинистическая наука представляла собой, как мы видели и на уровне объема и на уровне пропорций, прямое и естественное продолжение древнегреческой науки, по крайней мере древнегреческого естествознания. Аналогичный вывод мы можем сделать и для уровня коммуникационных параметров, поскольку в Александрийском музее и в сходных учреждениях того времени коммуникация впервые выражена для научных сообществ практически всех уровней. В александрийский период мы видим пример информационно-организационного соответствия, выразившийся в том, что образование научного сообщества сопровождалось появлением парадигм по всему фронту исследований. Эратосфен и Страбон дали первую парадигму для географии, Гиппарх и Птоломей — для астрономии и т. д.

В эллинистический период появились многие характерные особенности коммуникационной и организационной структуры сообщества, как формальные, как и неформальные. В частности, Александрийский музей имел тройственную структуру руководства, напоминавшую современное разделение полномочий между директором, заместителем и ученым секретарем. «Руководство Мусейона было доверено главному жрецу Муз и управителю. Последний располагал только административными функциями, он не был ученым. Более важным был библиотекарь — наименование, которое нередко встречается у древних» [35, т. 3, с. 239]

и тоже соответствует высокому посту в руководстве Музея; среди библиотекарей, папирусный свиток которых был найден в Оксирихе, были филологи Зенадот, Аристофан Византийский, математик и географ Эратосфен.

Важнейшим параметром научного сообщества, проявляющимся с ранних стадий его эволюции, служит степень централизации (группа параметров 2 С), по-разному представленная в разных типах сообщества. Для менее крупных сообществ, таких, как научная школа или лаборатория, этот параметр выражается в развитии единоличного руководства и соответственно характеризуется в истории лишь колебаниями в небольших пределах. Напротив, для сообществ всех ученых (данного системного состояния естествознания или некоторой достаточно обширной дисциплины) параметр централизации дает большую амплитуду колебаний от моноцентричной до в высшей степени полицентричной структуры. Ученый мир эллинистического периода, будучи полицентричным (Александрия, Сиракузы, Пергам, Афины и т. д.), не был многоязычным и полностью интернациональным. Это было более закрытое и менее разнообразное по своим возможностям сообщество, чем то, которое сложилось в эпоху Возрождения, когда, например, Николай Кузанский, Пейрбах и Региомонтан «прибыли в Италию, привлекаемые значительными школами и желанием ознакомиться с недавно открытыми гуманистическими греческими оригинальными текстами. Потом они вернулись в качестве частных или общественных преподавателей на свою родину, в Германию, с целью свободно и творчески использовать новоприобретенные знания. Это оказалось для них возможным, так как организация немецких школ уже в долютеровские времена была более свободна, нежели организация итальянских. Свобода преподавания и учения была скорее осуществима в Германии, чем в Италии, так как Германия не столь непосредственно подчинена была духовному контролю» [154, т. 1, с. 103]. В дальнейшем создание полицентричной системы коммуникационных сетей и очагов (университетов и пр.) науки и образования не раз являлось мощным фактором прогресса, например, в Германии XIX в. или в США первой трети XX в. По-видимому, наличие такой системы можно рассматривать как важный эпистемогенный фактор именно для уровня научного сообщества,

Относительно параметров группы 3А, прежде всего выраженности парадигмального строя, история науки может быть также условно начата с доинституционального этапа, который представляет собой период разрозненности носителей научного и преднаучного знания. К нему примыкает начальная стадия формирования первых естественнонаучных парадигм, например, в школе Аристотеля. Одновременно возникают первые самостоятельные (не инкорпорированные в систему религии, как в Вавилоне, или монархической бюрократии, как в Древнем Китае) формы организации науки. Для истории естествознания в римский и средневековый период свойственно развитие науки преимущественно в аспекте выработки логических и организационных форм, лишенных природоведческого содержания в тех пределах, в каких это вообще было возможно, если учесть неизбежность сохранения определенного минимума естественнонаучных и прикладных знаний. Все эти стадии могут быть объединены как фаза, предшествующая следующему этапу — науке, приобретшей индуктивно-экспериментальную методологию, а вместе с ней статус социального института и адекватные коммуникационные формы.

В наиболее ранней эволюции параметров научной коммуникации нашла выражение и определенность специфики науки как всеобщего труда. Эта определенность, выступающая в виде «вертикальной» (от поколения к поколению) коммуникации (соответственно сакрализованной природе сообщества), выглядит в виде «династической» преемственности руководства научными школами. Эту преемственность (диадохию) античные авторы стремились найти даже и там, где она фактически не могла иметь места, например, между Сократом и Архелаем [173, с. 227]. Преемственность представляла собой важнейший элемент функционирования и существования античных научных школ как в философии, включавшей теоретическое естествознание («физику»), так и в математике, астрономии, медицине. Для последнего случая организационные принципы изложены в «Гиппократовой клятве»: «...считать научившего его врачебному искусству наравне с родителями, делиться с ним своими недостатками и в случае надобности помогать ему в его нуждах; ...наставления, устные уроки и все остальное в учении сообщать своим сыновьям, сыновьям своего учителя и ученикам, связан-

ным обязательством и клятвой по закону медицинскому, но никому другому» [62, с. 37].

Эпоха греческой и эллинистической науки может рассматриваться как период становления научного сообщества по всем его основным коммуникационным параметрам, включая степень согласованности и организованности работы исследовательского коллектива, выраженность руководства и парадигмального строя, ряд характеристик руководства или деятельности руководителя. Этот процесс становления не был доведен в ту эпоху до своего естественного конца. Однако некоторые важные моменты эволюции коммуникационных параметров прослеживаются на этом этапе. В частности, в процессе эмансипации, от харизматических форм организации «преднаучного сообщества наблюдается его постепенное конституирование как сообщества ученых, переход к структуре, расчлененной как «по горизонтали» (параллельное существование многих научных школ, коллективов и направлений), так и «по вертикали» (учителя ставили задачи перед учениками, пользовались их помощью и т. д.). Именно это двухплановое расчленение было тем новым, что ввел эллинистический период в принципы организации исследований и коммуникации. Вплоть до нового времени воспоминания об Александрийском музее способствовали формированию идеалов сообщества ученых. Сравните, например, «Атенеум» римского императора Адриана (II в. н. э.), или «Дом науки», устроенный в IX в. в Багдаде халифом аль-Мамуном для разработки математических, астрономических и геодезических проблем, или «Соломонов дом» Ф. Бэкона.

В римский период чем-то новым в области коммуникационных параметров был, пожалуй, только обострившийся интерес к проблемам авторства и приоритета. Цицерон, который в этом отношении был наиболее полным выразителем культурного сознания своего времени, свидетельствует в 15-й гл. «Тускуланских бесед» о том, как ревниво люди воспринимают авторство, желая «быть прославляемыми после смерти. Ведь зачем Фидий поместил на щите Минервы изображение, похожее на него, так как нельзя было надписать имени? Что наши философы — разве они не подписуют имен на книгах, в которых пишут о презрении к славе?» [207, кн. 1, с. 93].

В средние века в центре внимания стало соотношение между светским и духовным знанием. Оно отразилось в

плaне коммуникации в виде двойственной ориентаций, с одной стороны, на авторитет, принципиально трансцендентный для познания, а с другой — на «естественный свет разума». Последняя воспринималась как в той или иной мере еретическая, неоднократно официально осуждалась и тем не менее продолжала развиваться в течение всего средневековья [118]. Степень преобладания той или иной ориентации представляет один из важнейших параметров развития науки по крайней мере до XVIII в. включительно. Для раннего средневековья характерно полное господство принципа авторитета, а в более позднее время — колебанием между обеими ориентациями. Например, Абельяр, типичный представитель раннего рационализма, обвинял своего учителя Росцелина перед парижским епископом, т. е. обращался к авторитету церкви. Атмосфера отношений внутри средневеково-научного сообщества в период, предшествовавший образованию университетов, удачно охарактеризована Г. П. Федотовым [202], отметившим, что по крайней мере в X—XII вв. научные и педагогические «нравы грешат скорее избытком вольности, чем связанности».

Независимо от ориентации на высшем уровне в средневековом учебном мире отрабатывались способы и формы дискуссий, диспутов, монографических трактатов и т. д. Не позднее XIII в. они стали формами коммуникации по естественнонаучным вопросам (у Гроссетесте, Р. Бэкона, Майстера Дитриха и других «оптических физиков») [9, 263, 264].

В настоящее время ясно, что формы схоластической полемики на являются чем-то свойственным исключительно европейскому средневековью. Аналогичная картина неоднократно возникала в истории мировой науки. При этом мы можем говорить скорее о параметрах хаотичности, чем организованности и коммуникации. В качестве иллюстрации можно привести индийское средневековое ученое сообщество, где историк видит множество шумных спорщиков-схоластов, предающихся сверхтонченным теориям и хитросплетенным аргументам, ожесточенно дискутирующих о природе логических универсалий [168, т. 1, с. 44]. Видимо, на данном этапе науки подобное состояние способствует своего рода «естественному отбору» более удовлетворительных по своим параметрам типов организации сообщества ученых. В странах Западной Европы

этот отбор к XIII—XIV вв. привел к возникновению если не настоящих исследовательских сообществ, то по крайней мере коллективов, в поле зрения которых входили проблемы физики, биологии и многих других отраслей естествознания (например, школы Альберта Большштедтского или Жана Буридана). Немаловажную роль для такой направленности и для появления новых форм организации сообществ ученых сыграло влияние культуры арабских стран и в определенной мере Византии. В целом же вопрос о том, почему научная коммуникация столь интенсифицировалась прежде всего в Европе, не может быть разрешен на уровне коммуникационных параметров самих по себе, но требует обращения к социальному фону.

В странах Передней Азии и Северной Африки к IX—XI вв. научная коммуникация существовала в формах, которые можно считать «оптимизированными» по многим показателям в сравнении с аналогичными образованиями в Европе. Это касается, в частности, сформулированных в трудах Ибн-Сины, Бируни, Фараби и других ученых норм коммуникации и вообще отношений внутри сообщества. Так, Фараби рассматривает вопрос о «норме поведения преподавателя», который «не должен проявлять ни излишней строгости, ни чрезмерного потворства»; в то же время Фараби признавал необходимость максимального увеличения гласности, объективности обсуждения, взаимопроверки для того, чтобы сообщество могло выступать как единый инструмент для познания истины, более эффективный, чем ум отдельного ученого: «Группу людей, следующих тому же мнению и ссылающихся на тот же авторитет, ведущий их за собою, с мнением которого они все согласны, можно рассматривать как один разум, а один разум может заблуждаться... Когда же различные умы сойдутся после размышления, самопроверки, споров, прений, дебатов, рассмотрения с противоположных сторон, то тогда не будет ничего вернее того убеждения, к которому они придут» [200, с. 13, 45].

На мусульманском Востоке в отличие от Европы той эпохи научные сообщества нередко организовывались наподобие исследовательских центров со сложным оборудованием, вроде знаменитых обсерваторий Насириддина Туси в Мараге (XIII в.) или Мухаммеда Улугбека близ Самарканда (XV в.), и включали оплачиваемый за государственный или частный счет вспомогательный персонал [130].

Благодаря этому продолжалась традиция, восходящая к Александрийскому музею и «Дому науки» Аль-Мамуна, совмещать в одном учреждении библиотеку, школу (типа высшей) и научный центр. В X в. известными были «Дома науки», частным образом устроенные в Мосуле ученым Ибн-Хамданом, в Нишапуре кадием Ибн-Хиббаном, в Багдаде везиром Ардаширом и Ибн-Сабуром и др. [226, 373]. Организация исследований в этих центрах следовала двойному («горизонтальному» и «вертикальному») расчленению сообщества, описанному нами выше для александрийской науки. Воспринятые Западом в эпоху крестовых походов и обогащенные византийским опытом «театров» XIII—XIV вв., где публично обсуждались вопросы как теологические и философские, так и естественнонаучные (о реформе календаря, о системе астрономии и т. д.), эти достижения способствовали в эпоху позднего средневековья и Возрождения формированию в Западной Европе многообразных по типам коммуникации сообществ — университетских, отраслевых (Салернская медицинская школа; астрономический центр Тихо Браге), нередко объединенных на частных началах [318].

§ 2. Параметры научной коммуникации в эпохи Возрождения и Просвещения

При всем разнообразии параметрической структуры сообществ ученых в эпоху Возрождения выделялись две основные, в значительной мере противоборствующие позиции по вопросу о том, как должны быть ориентированы и организованы эти сообщества. В данном случае речь шла не о противоречии между установками на исследование и на авторитет (хотя оно еще и сохранялось), а о противоречии в рядах сторонников научной установки. Сформировалась позиция гуманистов, смотревших «на науку как на орудие обучения и лишь во вторую очередь как на источник познания» [154, т. 1, с. 107], и позиция естествоиспытателей, для которых главной целью организации исследований, как и самих исследований, было получение новых знаний. С современной точки зрения можно признать заслуги гуманистов в усовершенствовании способов коммуникации, но необходимо также отметить, что основное направление прогресса и победа в споре остались за сторонниками второй позиции, которые с течением време-

ни смогли воспользоваться и излюбленными их оппонентами формами коммуникации: диспутами и дискуссиями, стандартными формами преподавания, критикой текстов и т. д. В особенности последовательное выражение естественнонаучной позиции находим у Галилея, решительно предпочитавшего университетскому преподаванию прямую организацию экспериментов своих сотрудников и неформальное обсуждение. Невиданных ранее размеров достигли начиная с XIII—XIV вв. различные формы книгообмена, частные и монастырские библиотеки и другие средства передачи знания, кульминационным моментом развития которых явилось изобретение и распространение книгопечатания.

Среди факторов, вызвавших преобразование социально-экономической базы общества в эпоху Возрождения, на параметрах развития науки едва ли не в первую очередь сказалось расширение торговых связей и междо-национальных (в особенности морских) контактов. Наиболее непосредственно этот фактор сказался на параметрах коммуникационного уровня, поскольку усилился обмен различной информацией, в том числе о научных открытиях и изобретениях. «Только от распространенности сношений зависит, теряются — или нет — для дальнейшего развития созданные в той или другой местности производительные силы, особенно изобретения»¹. С той же интенсификацией сношений связано и возрастание параметра полицентризма (университетского, академического и т. д.). Иными словами, возросло число научных центров, степень их самостоятельности и налаженность обмена сведениями между ними. Другие новые характеристики научной коммуникации, развившиеся в эпоху Возрождения, включали своеобразный демократизм науки как общественного института; настроенность на широкое и беспристрастное обсуждение спорных естественнонаучных вопросов; тенденцию к быстрому оповещению ученых, работавших в разных концах тогдашнего образованного мира, о новых результатах.

Такой знаток источников, как Л. Ольшки, решительно утверждает: «Разговоры о «вдохновенной речи Леонардо да Винчи, торжественно обращающегося с председательского кресла к сидящим у его ног на скромных стульях

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд., т. 3, с. 54.

ученым»... неправдоподобны и смехотворны... Академический и придворный церемониалы — продукты века Людовика XIV и не существовали в Италии, этой стране академий... Название «академия» для носивших совершенно домашний, непринужденный, дружеский характер собеседований ученых... было введено флорентийскими платониками около середины XV в.» [154, т. 1, с. 157].

Таким образом, итальянские академии способствовали развитию ранее слабо представленных, в своей основе неформальных видов коммуникации, которые оказались чрезвычайно удобными и в конечном счете совместимыми и с традиционным университетским преподаванием, и с диспутированием. Впрочем, они не были новыми в абсолютном смысле: наверняка нечто аналогичное предшествовало открытиям античной науки или сопровождало их. Но о коммуникациях на той стадии мы можем составить себе лишь косвенное впечатление, например, по диалогам Платона. Так или иначе не позднее XVI — первой половины XVII вв. мы находим в ученом сообществе в Европе «полночленный набор» всех групп коммуникационных параметров, перечисленных в табл. 3.

Немаловажными центрами коммуникации в новом смысле стали и учебные заведения, например, Коллеж де Франс или Грешем-Колледж.

Зависимость исследовательских коллективов в большей мере от личности лидера, чем от структуры или территории научного центра, не была изжита и даже приобрела острые формы. Типичным был пример школы Тихо Браге, концентрировавшейся в созданном им в 1575—1576 гг. «Ураниенборге» (обсерватория и институт на острове Вен в Зундском проливе), а около 1599 г., вслед за отъездом Тихо Браге ко двору Рудольфа II, перебазировавшейся в Прагу. Эта зависимость вступила в противоречие с необходимостью в преемственности развития науки в целом, а не отдельной школы — противоречие, до конца не преодоленное и в современной «большой науке». Для рассматриваемого периода характерны попытки преодоления этого противоречия путем усовершенствования форм коммуникации.

Не случайно обоснование индуктивного метода в трудах Ф. Бэкона сопровождалось призывами к усилению научной коммуникации, приведшими к созданию Лондонского Королевского общества. Для Парижской академии

наук аналогичную роль сыграли П. Гассенди и Т. Ренодо. Все это можно рассматривать как случай роста специфического параметра взаимовлияния информационного и организационного уровней науки. В XVII—XVIII вв. возникновение академий наук облегчило возможность существования школ и направлений, переживающих лидера, и в то же время усилило централизованный характер коммуникации. Первые академии, например, возникшая в 1603 г. Академия дей-Линчеи, были плодом Возрождения; но более поздние академии XVII—XVIII вв. организовывались уже правительствами, желавшими не столько улучшить научную коммуникацию, сколько ввести ее в регламентированные рамки.

В связи с усложнением организации научного сообщества в XVII—XVIII вв. протекала дифференциация типов коммуникации. Если на этапе Возрождения научная коммуникация еще в какой-то мере была противопоставлена более общим модусам социальной коммуникации как таковой, то теперь организация научного сообщества начинает выступать даже в качестве образца для различных сфер социальной жизни. Возникает тип организатора, совмещающего неформальный престиж крупнейшего специалиста в некоторой области с научно-административным постом регионального или национального масштаба. Ярким случаем такого совмещения является деятельность И. Ньютона, который в 1703—1727 гг. был президентом Лондонского Королевского общества, а на неформальном уровне — роль Г. В. Лейбница для Берлинской или М. В. Ломоносова для Петербургской академии.

Во второй половине XVIII в. мы находим, хотя далеко не всегда под современными названиями, основные дошедшие до нас типы отношений внутри научных коллективов уже сформировавшимися как применительно к национальной организации науки (коллективные и индивидуальные темы, обсуждения работ и кандидатов на штатные единицы, аспирантура, докторантура, неформальное и формальное руководство, конкуренция и координация), так и на международном уровне.

Во многих случаях эти отношения приводили к эффективным способам повышения интенсивности научной коммуникации. Превращение последней в подлинно международное явление легко наблюдать, например, на научных сообществах, «насаждавшихся» и поддерживавшихся

во многих странах, в том числе в России, К. Линнеем [30]. Здесь можно видеть характерные и для современной науки модусы коммуникации и организации сообщества, но вместе с тем и многие особенности по сравнению с их более поздними формами. Эти особенности связаны в основном с меньшим развитием параметра отраслевой специализированности, с меньшей дифференцированностью форм коммуникации, с тем, что в линнеевскую эпоху для организации деятельности сообщества первостепенное значение имели еще прямые указания лидера, хотя и получаемые не изустно, а путем переписки или через третьих лиц. Соответственно централизация и постепенная децентрализация нередко представляли собой два последовательных этапа в функционировании научного коллектива, как это было, например, с учениками Х. Вольфа, работавшими в физике, астрономии, математике и других науках — Г. Бюльфингером, В. Л. Крафтом, Г. Крафтом, Ф. Х. Майером и др. Эти ученые сначала проходили подготовку в Галле и Марбурге, а затем развивали идеи учителя в Петербургской академии наук.

Для второй половины XVIII в. типичен стиль научной коммуникации, сформировавшийся в петербургской математической школе Л. Эйлера. Здесь имело место сочетание научных и педагогических моментов коммуникации (Эйлер много преподавал, составлял руководства по различным разделам математики для учеников академической гимназии), а нередко и переход коммуникации на популяризаторский уровень (работы С. Я. Румовского). В то же время коммуникационные циклы приобретали характер обратной связи, поскольку Эйлер не только читал и редактировал работы своих учеников, рекомендовал их к печати, определял направления деятельности, но и частично использовал их результаты (например, обнаруженную М. Сафроновым периодичность непрерывных дробей, на которые разлагаются квадратные корни из целых чисел). Здесь, таким образом, мы находим непосредственную взаимную коммуникацию между учителем и учениками и вполне выраженную структурированность сообщества (группы параметров $2B$ и $2C$, табл. 4).

Особо следует упомянуть, что в XVII—XVIII вв. получают оформление некоторые специальные, практически отсутствовавшие на более ранних этапах развития коммуникации типы организации научного сообщества:

устройство научных экспедиций, в том числе весьма продолжительных; создание коллективов для составления обобщающих и популяризирующих трудов; обособление государственных ведомств (в том числе военных), в программу которых в той или иной мере входило проведение научных изысканий.

Такие типы организации сообществ имеют существенное значение для «экологии науки», занимают промежуточное положение между организацией в сфере науки и в других сферах, включают армию и флот, издательское дело или государственный аппарат. Поэтому и приемы организации в этих случаях продолжают традицию заимствования наукой форм организации и коммуникации из соответствующих вненаучных сфер или по крайней мере испытывают влияние со стороны этих форм. XVIII век дал многочисленные образцы не только организации комплексных географических экспедиций (Л. Бугенвилля, Дж. Кука и Ж. Лаперуза; налаживание сбора ботанических, зоологических, геологических, топографических, этнографических, вообще любого рода научных данных в немыслимом до того масштабе), но и чрезвычайно быстрого даже по современным представлениям оповещения научного сообщества о результатах этих экспедиций.

Эталонами других специальных форм коммуникации, возникших в эпоху Просвещения, могут служить издание «Энциклопедии наук, искусств и ремесел» под редакцией Д. Дидро и Ж. Даламбера в 1751—1772 гг., и деятельность А. Лавуазье во французском правительственном управлении порохов и селитр после 1775 г. Финансирование, развитость коммуникационных сетей, их близость к государственному аппарату, планирование — все эти пограничные варианты организации и коммуникации в науке в ряде отношений предвосхитили основные черты «большой науки» XX в.

Если в XVII — первой половине XVIII в. научная коммуникация протекала под знаком преобладания новоорганизованных академий, то ко второй половине XIX в. в ней все больше принимают участие отраслевые ученые общества. Не нарушая в целом сложившихся к этому времени академически-университетских коммуникационных сетей, они оптимизировали их функционирование по ряду важных параметров, приняв на себя задачи орга-

низации сравнительно мелкомасштабных проектов, упорядочения номенклатуры (химической, ботанической и т. д.), коммуникации в пределах тех или иных специальностей (в некоторых случаях, например, в Скандинавии отраслевые общества возникали на базе университетов). Аналогичную роль играли и во множестве основывавшиеся в этот период музеи, обсерватории, ботанические сады. Впрочем, не следует представлять себе взаимоотношения всех этих центров с «большими академиями» как нечто идиллическое. Известны, например, препятствия, которые в конце XVIII в. Лондонское Королевское общество чинило обществам отраслевым, стремясь не допустить их независимости [об этом см. подробнее: 230, 348].

Вообще в XVII в. и еще более в XVIII в. академии, будучи тесно связаны с правительственным аппаратом крупных монархий, проявляют определенную косность в лице своих представителей и органов, нередко служат отрицательным фактором в развитии научной коммуникации. Тенденция к бюрократизации науки и ее превращению в схоластическую «ученость» неоднократно оказывалась губительной для научного и технического прогресса (вспомним запреты на мореплавание, промышленные нововведения и т. д. династии Мин в Китае XVI в.), но в эпоху Просвещения она не реализовалась. Во-первых, промышленная революция привела к резкому увеличению потребностей производства в научном обеспечении, и далеко не последним звеном в цепи преобразований, проведенных, например, Великой французской революцией, были реформы в области образования и систем научной коммуникации. Во-вторых, на информационном уровне естествознание не позднее XVII в. достигло состояния необратимости, принципиальной невозможности вернуться к доренессансным формам. Коммуникационный полицентризм сыграл в этом не последнюю роль, потому что наука, при всем своем принципиальном единстве и интернационализме, конкретно выступает в качестве системы национальных вариантов науки, каждый из которых содержит весь фронт исследований и в случае необходимости способен воспроизвести все основные достижения мирового естествознания.

Условием такого воспроизведения был открытый характер научного сообщества, поэтому академическая наука,

подчас догматизированная, и бюрократические формы ее организации подверглись столь острой критике со стороны многих деятелей культуры, начиная от Свифта и Руссо и кончая Д. И. Менделеевым. Последний, сопоставив роль академий в науке XVII—XIX вв. с ролью монастырей на более раннем этапе истории научной коммуникации, писал: «Роль монастыря по отношению к науке сперва была прогрессивной, а потом стала консервативной. Такова (последовательно) и роль академий. Будучи первоначально передовыми, академии стали со временем, можно сказать, местом действительного консервирования науки... они сторонились народа и более или менее были замкнуты... Академия как учреждение закрытое... отжила свой век» [128, с. 181]. Очевидно, что речь здесь идет не о ликвидации академий, а о преодолении замкнутого характера их функционирования. В этом направлении и шли реформы академий, одновременно проведенные в течение XIX в. во многих странах и относящиеся к следующему периоду развития научной коммуникации и ее параметров.

Подобно тому как каждому параметрическому уровню науки отвечает некоторый уровень опорной иерархии, на котором параметры данного уровня проявляются наиболее рельефно, для каждой группы параметров (см., например, ячейки табл. 2—5) имеется период в истории науки, когда соответствующие параметры выступают в особенно наглядном и в известном смысле «образцовом» наборе. Такие периоды естественно называть классическими, что во многих случаях совпадает и с обычным словоупотреблением. Но при дифференцированном подходе к различным группам параметров необязательно, чтобы все они достигали своей классической выраженности в одно и то же время. В частности, для параметров объема науки можно сказать, что при имеющемся непрерывном росте для них «классический» период всегда впереди; но вряд ли то же можно безоговорочно утверждать относительно всех параметров пропорций науки. Что касается научной коммуникации в целом, в ее истории имеется период, когда наука в наибольшей мере представляла собой самодовлеющую, четко обособленную систему, участники которой больше, чем когда-либо до или после этого, замыкали свои коммуникационные связи друг на друге. Этот период достиг своей кульминации в XIX в., но ей

предшествовала, как мы видели, интенсивная отработка форм и параметров коммуникации в академиях и ученых обществах XVII—XVIII вв.

§ 3. Параметры научной коммуникации «классического» периода

В конце XVIII — начале XIX в. в значительной мере в связи с происшедшими социально-экономическими сдвигами имела место и перестройка комплекса параметров научной коммуникации. Контакты между учеными, в том числе между учеными различных специальностей и различных стран, не только участились, но, что особенно важно, приняли регулярный характер. Если ранее биографы ученых считали своим долгом подчеркивать их многочисленные переезды и вообще коммуникационную активность, то в XIX в. чтение лекций за границей, участие в конгрессах, наличие учеников в разных странах уже не воспринимаются как нечто из ряда вон выходящее. Скорее вызывает некоторое неодобрение выпадение того или иного ученого из ставшего всеобщим процесса коммуникации. Так, в конце XIX в. Л. Больцман [34, с. 115], давая ретроспективную оценку крупнейшим австрийским физикам XIX в. И. Лошмидту и И. Стефану, деятельность которых он в общем ставил весьма высоко, считает необходимым подчеркнуть, что ни тот, ни другой «никогда не выезжали за пределы родины. Во всяком случае они не участвовали ни в одном съезде естествоиспытателей, не вступали с иностранными учеными в личные отношения. Я не могу этого одобрить и полагаю, что при меньшей замкнутости они смогли бы сделать еще больше. По крайней мере их достижения стали бы известны быстрее и тем самым были бы более плодотворны».

С возросшим к концу XVIII — началу XIX в. пониманием большого значения коммуникации для чистой и прикладной науки связаны и первые попытки вмешательства государства, минуя академии, в сферу научной коммуникации. Были основаны правительственные ведомства по публикации карт и других научных материалов, создано в Англии в 1786 г. Государственное издательство. В плане совершенствования научной коммуникации и организации науки на этом этапе можно

упомянуть и о Т. Джефферсоне, который в первые годы XIX в. был президентом США и одновременно президентом Американского философского (фактически естественно-научного) общества и провел ряд мероприятий: организовал экспедицию Льюиса и Кларка для обследования бассейна Миссури (1803), учредил Вест-Пойнтскую военную академию (1802) и службу берегового надзора (1807) с определенными научными функциями.

В данном случае для характеристики рассматриваемой стадии организации научного сообщества существенно, что собственная научная деятельность Джефферсона, как ранее Б. Франклина, не имела предметной общности с их попытками наладить регулярность научной коммуникации и координацию исследований. Однако постепенно усиливались тенденции к оптимизации коммуникационных параметров, исходящие изнутри научного сообщества. В этом отношении сыграли свою роль стимулы, исходившие от уровня масштабных параметров. «Изменяя объем своей работы, американская наука изменялась и в качественном отношении... На первых порах научная работа велась учеными изолированно друг от друга: посредством корреспонденции, случайных встреч и бесед. Новый тип исследования требовал коллективной работы и моральной ответственности ученых не только перед истиной, но и перед широкой публикой, которая оплачивала их» [184, с. 256]. Хотя это наблюдение непосредственно относится к науке США начала XIX в., оно справедливо и для других стран.

Коммуникация в научных сообществах в XIX в. отличается по сравнению с типичными для XVIII в. случаями более узкой специализацией и сравнительно обострившимся вниманием к вопросам авторства. Пожалуй, рассматриваемый период можно считать вторым «узловым моментом» в истории параметра «острота восприятия проблем авторства и приоритета», если первым таким моментом считать позднеантичный этап. Ни для архаической, ни для средневековой науки, как и для XVIII в., эти проблемы не стояли так остро.

В то же время усиливалась критика устаревших порядков организации сообщества и поиск демократизованных способов научной коммуникации на внеакадемической основе. Растет число отраслевых обществ, но принципиальным отличием по сравнению с предшествующим пе-

приодом является создание комплексных ученых обществ со все более усиливавшимся международным участием. Среди задач, решавшихся этими сообществами, было преодоление «коммуникационного разрыва» между академической и университетской наукой. Одной из первых успешных попыток в этом направлении явилось создание в 1805 г. Московского общества испытателей природы, в деятельности и изданиях которого принимали участие немецкие, французские и другие ученые. Это общество (как и основанные позднее по его образцу Петербургское, Казанское и др.) сыграло первостепенную роль в развитии русского естествознания в XIX—XX вв. В качестве важного достижения следует отметить также «Союз немецких естествоиспытателей и врачей», созданный в 1822 г. силами натурфилософского движения, но вскоре переросший его рамки и явившийся образцом для многочисленных ассоциаций в области экспериментального и точного естествознания. Были основаны Британская (1832) и Американская (1847) ассоциации содействия прогрессу науки, Смитсоновский институт в Вашингтоне (1846), «Союз русских естествоиспытателей и врачей» (1859) и другие центры, деятельность которых стимулировала подготовку кадров для нового типа учреждений — научно-исследовательских институтов, а в ряде случаев и создавала исходные пункты для формирования их сети.

Степень сформированности сети институтов явилась важным коммуникационным параметром научного сообщества, нашедшим себе выражение в XIX в. Отдельные ячейки этой сети возникали на базе уже существовавших центров (сравним создание Национальной физической лаборатории в Англии силами Ассоциации содействия прогрессу науки и Королевского общества) или же путем концентрации сотрудников вокруг индивидуального лидера (лаборатория Ю. Либиха или Т. Эдисона, институт Пастера или лаборатория П. Кюри, преобразованная в 1910 г. в Радиевый институт). Характерным для классического периода является также постепенный рост параметра «сплоченности» или объединения первично неформальных научных коллективов около определенных «центров кристаллизации», которыми нередко служили «научные школы, складывающиеся вокруг выдающихся профессоров... В XIX в. возникла тенденция расширения

таких школ и превращение их в постоянные, совместно работающие коллективы. Этот процесс хорошо прослеживается на примере институционализации университетской школы В. В. Докучаева в форме известной докучаевской Почвенной экспедиции» [138, с. 199]. Начиная с 1840—1850-х годов важным видом коммуникации ученых стали международные научные конгрессы, явившиеся прямыми преемниками более ранних (с начала века) национальных и региональных конференций (например, съезды скандинавских естествоиспытателей).

Международные конгрессы, как и вообще научные мероприятия на международном уровне, столь же относятся к сфере интеграции, сколь и к сфере коммуникации. В данном случае речь идет о параметрах комплекса этих мероприятий на коммуникационном уровне. В ходе их выполнения создавалась глобальная коммуникация. Конституированное таким образом сообщество носит интернациональный характер, и естественно поэтому, что по крайней мере в тех отраслях знания, где имелись парадигмы, и с того момента, как они появились, должна была быть выражена эта специфическая особенность науки. Впрочем, иногда можно встретить мнение, что «первым настоящим многонациональным делом была предложенная Бесселем в 1828 году задача создать атлас звездного неба», «международное сотрудничество в смысле совместных практических действий и наблюдений началось с конца восемнадцатого столетия» [103, с. 132]. Но это неточно хотя бы потому, что мы можем указать и из более ранней эпохи такой значительный пример межнационального сотрудничества ученых, как знаменитые «Альфонсовы таблицы».

Однако если можно придерживаться различного мнения по вопросу о том, когда впервые появились многонациональные научные проекты, то несомненны многочисленные контакты, заимствования и параллелизмы между научными сообществами в сфере коммуникации начиная с самых ранних этапов развития науки. Интернационализм сообщества может служить косвенным критерием того, насколько оно объединено внутренне-научными (парадигмальными) основаниями, а не случайностями исторической судьбы.

Отдельные международные конгрессы созывались уже в 1850-х годах (1853 г. — конгресс по статистике,

1857 г.— по офтальмологии) и даже ранее, но в основном слово «конгресс» ассоциировалось не с научной, а с политической коммуникацией. Перелом относится к 1860-м годам, когда начались более регулярные и многочисленные международные научные встречи [см. подробнее: 353, с. 290—302]. На примере конгрессов видна синхронность внешних и внутренних факторов развития естествознания. В самом деле, одним из факторов начала «эры конгрессов» была интенсификация коммуникационных процессов во всех областях, прогресс в средствах сообщения (который сделал обычным явлением заграничную стажировку), появление новых международных языков (первоначально французского), перенявших былые функции латыни. На вненаучном материале модных в посленаполеоновскую эпоху дипломатических конгрессов были отработаны внешние формы коммуникации, включая процедуры созыва конгрессов, выбор председателя, ведение протоколов и т. д. Если все это «внешние» факторы, то активизацию деятельности национальных научных съездов с начала XIX в. и связь первых отраслевых научных конгрессов (из них наибольшую роль сыграли ботанические — 19 в течение 1860—1880-х гг.) с выставками цветоводства и вообще выставками научно-технических достижений² следует отнести скорее к «внутренним», порожденным самой наукой факторам появления конгрессов, которые как в «микрокосме», отразили рост параметров научной коммуникации в XIX в.

Ведущая роль внешних факторов в данном случае подчеркивается тем, что одновременно с научными конгрессами появился и ряд других форм международного культурного общения, например конференции Международного Красного Креста (1863 г.), Международные конференции по борьбе с эпидемиями (1851 г.) и покровительству животным (1860 г.), конкурсы музыкальной композиции (1848 г.). Отметим также, что отправным пунктом для всего этого комплекса видов общения можно считать активизацию социальных процессов после революции 1848 г.; причем в каждом случае возникновению

² В дальнейшем выставки также сохраняли и сохраняют значение стимуляторов научной коммуникации. Знаменитая Всемирная выставка 1889 г. в Париже послужила поводом для первых всемирных конгрессов по зоологии, психологии, физиологии, а также по фотографии и фольклористике.

некоторой формы международного общения предшествовали соответствующие мероприятия в национальных масштабах, как мы это видели на примере научных конгрессов. Стимулирующая роль научных конгрессов оказалась особенно значительной для определенной под-области информационного плана науки, включающей разработку номенклатуры (химической, ботанической, зоологической), терминологии и установочного концептуального аппарата; «новая атомистика утвердилась в естествознании лишь после химического конгресса в Карлсруэ (1860)» [98, с. 20]. Из числа параметров, связанных с конгрессами, следует подчеркнуть также постоянный рост их международной представительности: если первые конгрессы были чисто европейскими, то постепенно увеличивается число делегатов из США, затем из Латинской Америки, с начала XX в. — из стран Азии. Для XX в. характерны конгрессы по более дробным дисциплинам, например по прикладной механике (1924 г.), хирургии (1905 г.), энтомологии (1910 г.) и по частным проблемам — вопросам топологических пространств, по биофизике клеточных мембран и т. п.

Не менее важным коммуникационным параметром явилось возрастающее значение естественнонаучной периодики. Если в XVIII в. она в основном исчерпывалась изданиями академий и университетов, то с первых же десятилетий XIX в. приобрела большую гибкость и самостоятельность: упомянем журнал Л. Окена «Изис» (1817—1835 гг.), парижский «Бюллетень научных новостей» (1823—1831 гг.), основанный в 1818 г. «Американский журнал естествознания», в России — московский «Новый магазин естественной истории, физики, химии и сведений экономических» (1820—1830 гг.) и петербургские «Технологический журнал» (1804—1826 гг.), «Горный журнал» (с 1825 г.), «Указатель открытий по физике, химии, естественной истории и технологии» (1824—1831 гг.). К середине XIX в. общее число научно-технических журналов в мире превышало тысячу (параметр, который может рассматриваться и как масштабный, и как коммуникационный, и как интегративный). Со второй половины XIX в. формальные средства коммуникации стали еще более разветвленными; были основаны такие получившие всемирную известность журналы, как немецкие «Журнал естественных наук» (выхо-

дил в Галле и Лейпциге в 1853—1918 гг.) и «Естественнонаучное обозрение» (Брауншвейг, с 1886 г.); французское «Научное обозрение» (с 1863 г., Париж); «Нидерландские архивы точных и естественных наук» (Гарлем, с 1886 г.); «Американский естествоиспытатель» (Бостон — Нью-Йорк, с 1867 г.); в Петербурге — «Натуралист» (1864—1867 гг.), «Журнал Русского химического общества» (с 1869 г.), «Метеорологический вестник» (с 1891 г.) и др. При этом собственно коммуникационные задачи нередко успешно сочетались с целями популяризации, например, в таких изданиях, как английская (с 1869 г.) и французская (с 1873 г.) «Природа» («Nature»), американская «Наука» («Science», с 1883 г.) и др. Таким образом, сформулировался параметр относительной ценности или роли научно-популярной литературы, который также имеет значение не только для коммуникационного уровня, но и для уровней пропорций, объема и интеграции науки.

Интерес представляет также и вопрос о влиянии формальных средств коммуникации на структуру данного параметрического уровня в целом. С известной долей осторожности можно сказать, что с ростом в XIX—XX вв. науки как вида занятий или как профессии растет и параметр замещения прямого контакта косвенным общением через литературу (группы параметров 1B, 1C). Это явление сопряжено с «информационным взрывом», упоминание которого обычно ассоциируется с его отрицательными последствиями. Но информационный взрыв дал дополнительные средства для усиления коммуникационных процессов в научном сообществе. Благодаря массовой информации в науке эффективная коммуникация, во-первых, объединяет более значительные контингенты научных работников, чем когда-либо ранее; во-вторых, в ее процесс вовлекаются и те выдающиеся ученые, которым их личные особенности препятствуют, например, создать школу в узком смысле слова. Сама информационная деятельность не только растет по объему, но и приобретает творческий характер. Все эти процессы начались в XIX в., и поэтому в данном отношении немалую пользу для практических целей организации науки может принести обращение к анализу параметров коммуникации в классический период ее истории.

Информационный взрыв представляет собой проявление существенных противоречий современной науки. Эти противоречия нельзя обойти, как делают иногда, указанием на нейтрализацию «взрыва» тем, что позднейшие теории бывают проще предыдущих, или тем, что многие сведения забываются как устаревшие, а другие компактизуются в справочниках. В самую природу научно-технической информации входит ее избыточность, т. е. информации *должно* быть слишком много. Основным недостатком, находящий свое выражение благодаря «взрыву», заключается в распространении типа «частичного ученого», для которого чрезмерность информации *есть* проблема; но настоящее решение этой проблемы лежит в борьбе не с информацией, а с явлением частичности. Соответственно по мере развития и углубления НТР центр тяжести все больше переносится с постройки электронных, реферативных и административных плотин против информации в гораздо более обнадеживающую область подготовки все-сторонне образованных кадров. Электронные же и прочие технические средства занимают свое законное место в системе текущих мероприятий по *увеличению* потока информации, которое есть смысл науки. Нечто аналогичное происходит в области охраны природы, где также растет понимание того, что одними оборонительными мерами нельзя выиграть стратегической битвы, т. е. основной упор постепенно переносится с пассивной борьбы против нежелательных последствий научно-технического прогресса на широкое использование его желательных последствий — на использование химической, строительной, электронной и прочей технологии *для* охраны природы.

На коммуникационном уровне больше, чем на каком-либо ином, сказалась всесторонняя вовлеченность науки в процессы социального развития с их положительными и отрицательными моментами. В силу этой вовлеченности на всем комплексе явлений, связанных с общением ученых различных стран, очень рано отразились черты капиталистической эксплуатации и международной конкуренции. Так, резко замедленное в XIX в. развитие науки в Индии, Китае и других странах древней культуры явилось следствием не только внутреннего кризиса эпистемогенных структур в этих цивилизациях — кризиса, который мог бы быть преодолен внутренними ресурсами, но и

политики колониализма, тормозившего культурное развитие стран Азии и Африки.

В этот же период проявились нежелательные последствия причинившей позже столько беспокойства научному сообществу «утечки умов». Так, в 1850-х годах научное обеспечение красильной промышленности Великобритании целиком зависело от импорта специалистов из Германии, в числе которых были ученики Гоффмана, Ю. Либиха и других крупнейших немецких химиков. Однако, когда в результате реформы в области организации науки, осуществленной в Германии в 1865 г., для них там сложились «значительно более благоприятные возможности, те же самые немцы-эмигранты вернулись на родину, увезя с собой опыт, приобретенный в Англии... В течение следующих девяти лет в Англии не было ни одного профессора органической химии» [121, с. 27].

Увеличение роли коммуникационных структур в научном познании, происходившее в течение XIX в., не означало падения роли отдельного ученого как инициатора и исполнителя НИОКР. Наоборот, критерием оценки работы ученого все в большей мере становится его самостоятельность и независимость в выполнении собственной исследовательской программы. Параметр «автономизации», или «степени достижения ученым независимости в его деятельности», выступает в течение классического периода коммуникации в качестве важного определяющего показателя (группа 1B табл. 4). Однако в условиях антагонистического общества независимость естествоиспытателя, хотя бы и в ограниченной сфере его же собственного научного труда, оказывается труднодостижимой и во многих случаях иллюзорной. История научных сообществ XIX в. полна трагических эпизодов, связанных со стремлением ученых к независимому положению в системе научной коммуникации, часто безуспешным, и нередко осуществляемым лишь ценой значительных жертв. Такого рода трудности в деле создания и функционирования научных коллективов следует иметь в виду, чтобы не представлять эволюцию параметров науки как однонаправленный гармоничный процесс. В то же время подобные эпизоды могли восприниматься как нечто недолжное только благодаря тому, что в течение XIX в. сложилась и стала общепризнанной определенная система норм организации и коммуникации в сообществе. Сре-

ди этих норм важнейшее место занимало обеспечение преемственности в научном прогрессе и в воспроизводстве кадров, достижимом только путем воспитания в учениках или сотрудниках свойств инициативы, активности, самостоятельности кругозора.

Развитие соответствующих психологических параметров было задачей, которую ставили перед собой наиболее выдающиеся организаторы научных коллективов классического периода, например, И. М. Сеченов, Ю. Либих, Дж. Максвелл, Л. Пастер. Мы уже говорили о том, что психологические параметры лишь по своей видимости представляют собой параметры индивидуального ученого, а на самом деле это характеристики, значимые только для сообщества и в контексте сообщества. Еще заметнее, чем в XIX в., психологические параметры, связанные с требованием самостоятельности исследователя, стали нормой для ученого в XX в., хотя при этом в качестве условия самостоятельности все в большей мере выдвигается умение использовать коллегиальные формы научного труда. Известно, как высоко ценили самостоятельность своих учеников такие признанные научные лидеры XX в., как А. Ф. Иоффе, Э. Резерфорд или А. П. Терентьев. Имеются и исключения, но они лишь подтверждают правило, так как доказывают, что недооценка спонтанности учеников ведет к отрицательным последствиям для коммуникации в пределах данного сообщества (направления) в целом. Соответствие между требованием внутренней независимости как предпосылки успешной деятельности научного лидера и вообще ученого представляет собой один из примеров взаимоопределения информационного и организационного аспектов науки на уровне коммуникационных параметров научного сообщества.

Возрастание параметра коммуникационной активности ученых привело к изменениям в структуре сообществ, в частности в структуре комплексов «учитель (руководитель) — ученик (ученики)», являющихся основными ячейками воспроизводства научных кадров. В классический период коммуникации, в особенности в «позднеклассический» период (вторая половина XIX — начало XX в.), вся система воспроизводства должна быть охарактеризована как система с обратной связью, причем соотношение между обоими звеньями этой связи (от организатора к «подопечному» и обратно) весьма колеблется в зависимости от

системного состояния науки. Основное направление колебаний этого параметра определяется относительным усилением влияния работ младших членов коллектива на направление исследований лидеров. Это показано, в частности, применительно к школе Дж. Максвелла [97], В. Оствальда, И. М. Сеченова [222, 223].

Выраженность тех или иных норм и ценностей в деятельности научного сообщества, как и другие формы определенности этой деятельности, имеющие градацию, может рассматриваться с параметрической стороны. Аксиологическая трансформация, связанная с утверждением самостоятельности исследователя в качестве одной из ведущих ценностей и норм в сфере коммуникации, привела к преодолению «ученого» эзотеризма, к формированию открытого стиля руководства и общения между учеными. Так, у А. М. Бутлерова, согласно воспоминаниям одного из его бывших ассистентов, Г. Г. Густавсона [69, с. 63], «не было секретов ни в идеях, ни в попытках их осуществления», и любой его ученик «мог следить за каждым шагом его работы, наблюдая приемы, переживая вместе с ним весь сложный процесс разоблачения скрытых сторон природы». Тот же «параметр открытости» в работе (группа 1В табл. 4) был присущ, например, Н. О. Ковалевскому, И. П. Павлову, Л. Пастеру, в определенном смысле почти всем крупнейшим деятелям классического периода, важнейшим достижением которого было понимание научного открытия как результата всеобщего труда — результата, являющегося и по характеру своего получения, и по необходимым (хотя на данном этапе и не всегда выполняемым) условиям своего присвоения достоянием общества.

Если для более ранних стадий характерно противопоставление ученых-одиночек и ученых типа университетского профессора, то в XIX—XX вв. на первый план выступает различие по социально-психологическим параметрам между учеными, создавшими собственную школу, и другими, нередко не менее значительными, но не создавшими школ в узком смысле этого слова, как Ч. Дарвин, Д. И. Менделеев, М. Планк, А. Эйнштейн. Проблемой, обострившейся в классический период развития научной коммуникации, было согласование структуры всего комплекса параметров науки, и прежде всего уровня коммуникационных параметров, с параметрами другой социаль-

ной системы, более всего, пожалуй, с системой образования и подготовки кадров. В сущности это тот же вопрос, который встает и на уровне параметров пропорций науки. Несмотря на звучащие время от времени голоса о трудности совмещать исследовательскую работу с преподавательской, надо признать, что разрыв между той и другой ведет к ущербу для обеих также и в коммуникационном плане. Начиная с последней четверти XIX в. (создания в 1874 г. Кавендишской физической лаборатории при Кембриджском университете) способом преодоления этой трудности становится организация в педагогических центрах исследовательских лабораторий, а позднее и институтов.

Степень развития подобного типа синтетических научно-педагогических центров, предвиденных Менделеевым исследовательских лабораторий в промышленности и других подобных мероприятий в значительной мере определяла меру практического значения научных работ и косвенным образом — вовлечение государства в сферу управления наукой. Начиная с последних десятилетий XIX в. правительственные ведомства по науке были открыты в США (в 1879 г. — Геологическое управление в составе министерства внутренних дел, в 1883 г. — бюро по химии при министерстве сельского хозяйства; в 1917 г. по инициативе астронома и организатора науки Дж. Хейла — Национальный исследовательский совет), в Англии (в 1915 г. — Комитет по научным и техническим исследованиям, создан по инициативе Дж. Холдейна), во Франции (в 1919 г. — Национальная служба исследований и изобретений), в Италии (в 1923 г. — Национальный исследовательский совет). Однако функции всех этих центров были весьма ограниченными, связанными прежде всего с оборонными работами. Иначе и не могло быть в условиях преобладания частного капитала в организации науки. Напротив, в СССР была создана наиболее всеобъемлющая система государственной регуляции коммуникационных процессов в науке. Эта система опиралась не только на организационно зафиксированные коллективы в виде Академии, институтов или кафедр, но и на уже имевшиеся или вновь образуемые научные школы и направления, на авторитет и поддержку таких крупнейших ученых, как А. Н. Бах, А. Ф. Иоффе, Н. К. Кольцов, А. Н. Крылов, Д. Н. Прянишников, В. А. Стеклов, К. А. Тимирязев.

II первой трети XX в. относится также формирование национальных и международных реферативных служб, научных союзов и других важных специальных форм общения и оповещения в науке. Перспективный тип оптимизации параметров научной коммуникации возник в процессе выполнения обширных научных проектов и программ целевого назначения с привлечением специалистов разных профилей. Такой программой был экологический межведомственный проект ТВА — «Администрация долины Теннесси», начатый в 1933 г. в США, но еще ранее — деятельность Радиевой ассоциации, созданной в СССР в 1918—1919 гг. из многочисленных физических, медицинских, технологических и других учреждений, заинтересованных проблемами радиологии. Ассоциация осуществила немало ценных исследований под руководством крупнейших специалистов в соответствующих областях. Начиная с 1920-х годов в СССР осуществлялись и другие аналогичные программы, предвосхитившие комплексно-проектный и программно-целевой методы стимулирования научной коммуникации в период научно-технической революции. Опережающее развитие комплексов научной коммуникации в условиях государственной организации науки (по сравнению с аналогичным развитием в плюралистической системе секторов науки при капитализме) в настоящее время представляется чем-то вполне естественным, поскольку необходимость участия государства в переходе естествознания в фазу «большой науки» общепризнана. Разумеется, в 20-х годах это было еще не так, в особенности в странах Западной Европы и США.

§ 4. Параметры научной коммуникации в период НТР

Период современной научно-технической революции может быть описан не только со стороны роста масштабов науки, но и в плане усложнения ее коммуникационных сетей. Параметры, которыми может быть охарактеризовано научное сообщество в плане его коммуникационной структуры, представляют собой более сложные показатели развития науки, чем числовые параметры, определяющие масштаб исследований в данных условиях, или чем соотношения между этими параметрами, рассмотренные в предыдущей главе. В то же время показатели, связанные

со структурой научного сообщества, имеют свое параметрическое выражение, хотя и не сводятся к нему. Структура научного сообщества и такие ее признаки, как наличие организации и руководства в его специфических формах, ранговые и межуровневые соотношения внутри научного коллектива, сплетение информационных и организационных связей, отражают влияние внешних для науки принципов строя данного общества, а также потребностей в определенном виде организации, свойственных самой науке.

В условиях капитализма на систему научной коммуникации накладываются господствующие товарно-денежные отношения. Научное открытие и изобретение при капитализме являются товаром, и цена на них образуется на капиталистическом рынке приблизительно таким же образом, как и цена на ограниченные по своей доступности природные факторы, поскольку вообще «производительные силы труда а стало быть также наука и силы природы, принимают вид *производительных сил капитала*»³. Соответственно в коммуникационные циклы все в большей мере вторгаются отношения и факторы, связанные с системой правительственных, частно-монополистических и военных контрактов, с актами выбора приоритета на основе критериев максимизации прибыли, с нестабильностью асигнований и тенденций роста. Сфера научной коммуникации стала дополнительной ареной конкурентной борьбы между монополиями и между капиталистическими державами. Налаженность системы научных коммуникаций становится важным преимуществом в борьбе за экономическое и политическое преобладание. Н. В. Мотрошилова, анализируя представления западноевропейских теоретиков о «преимуществах американской модели» развития науки, подчеркивает, что в этих представлениях важное место занимает «обмен идеями между различными сферами (военные и гражданские ведомства, промышленные и непромышленные сферы, исследовательские учреждения и университеты и т. д.), в частности благодаря большим деньгам, брошенным на усовершенствование информационных служб» [146, с. 53]. Очевидно, что эти преимущества науки США, действительные или мнимые, перед наукой западноевропейских стран относятся к области коммуни-

³ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 26, ч. 1, с. 398.

кационных параметров и, не являясь единственными, занимают тем не менее немаловажное место в общем комплексе факторов конкуренции из-за научно-технического преобладания.

Существенным компонентом межнациональных коммуникационных систем, сложившихся в капиталистическом мире на этапе НТР, остаются процессы миграции ученых из менее развитых в более развитые страны, «утечка мозгов» («брейн-дрейн»). Так, Нигерия в течение 70-х годов ежегодно теряла половину подготовленных за данный год специалистов с высшим образованием; «в 60-х годах эмиграция инженеров и специалистов в области естественных и точных наук из Латинской Америки достигала ежегодно 8% всех выпускников» [1, с. 67]. По сравнению с аналогичными миграциями, происходившими в прошлом, «утечка мозгов» имеет качественно иное содержание, поскольку основана на неравномерности развития капитализма и выступает в роли деструктурирующего фактора по отношению к параметрам сложившейся в развивающихся странах системы научной коммуникации. Впрочем, «брейн-дрейн» как проявление эгоистической политики империалистических держав в сфере международных научных связей служит лишь одним из компонентов общей системы трудностей в развитии науки, с которыми приходится сталкиваться развивающимся странам на этапе НТР в условиях острой необходимости индустриализации и вынужденного осуществления ее при непреодоленной экономической и культурной зависимости от развитых капиталистических государств. Все возрастающее число развивающихся стран приходит к выводу о необходимости преодолевать эти трудности с помощью создания целостных, многоуровневых систем подготовки и функционирования национальных научных кадров, а также сотрудничества с социалистическими странами. В целом сдвиги, происходящие на уровне научной коммуникации, подтверждают, что если «капитализм как форма производственных отношений был адекватен промышленной революции и соответствовал рождавшимся в ходе ее развития индустриальным производительным силам», то «по своей социальной сути он принципиально не соответствует научно-технической революции» [1, с. 21]. Интегрированная, свободная от неравноправия в информационном обеспечении, от дискриминации, от зависимости по отношению к воен-

но-промышленному комплексу система научной коммуникации может быть создана только на основе неантагонистических социальных отношений. Если же говорить об уровне коммуникационных параметров не для научного сообщества в целом, а применительно к отдельным ученым, то здесь также выявляются различия (в организации науки в социалистическом и в капиталистическом обществе) по значениям и характеру изменений таких показателей, как степень автономности исследователя в выборе темы, удовлетворенность работой в соответствии с той или иной степенью автономности [об этом см. подробнее: 204, 243].

Психологические параметры научной коммуникации также подвергаются исследованию [40, 222]. В этой области накоплен опыт применения электронно-вычислительной техники [260] и методов стимулирования творческой активности с помощью «мозговой атаки» [252, 327, 329] в плане оптимизации параметров научной коммуникации. Сам выбор параметров для оптимизации и их исследование производятся эмпирически, что можно считать на данном этапе наших знаний правомерным. Однако эмпирия должна быть осмыслена путем по возможности регулярного выделения параметров и анализа параметрической структуры рассматриваемого уровня.

Научная коммуникация имеет и вполне четко выраженную информационную (связанную с генерацией и распространением знания) и столь же явную организационную сторону. Поэтому следует ожидать для уровня коммуникационных параметров наличия многочисленных ин-форг-соответствий. В самом деле, такие соответствия в виде обратных связей оказываются особенно наглядно выраженными на этапе НТР и приобретают специфический вид для сообществ различного типа и размера. Специфика научной школы периода НТР, как и в классический период, состоит в том, что школа руководствуется идеями лидера. Сообщество всех естествоиспытателей в той или иной мере объединяется господствующим в данном системном состоянии образом научного мышления; в более же узком смысле, в каком сейчас чаще применяют этот термин, т. е. сообщество специалистов в конкретной области, конституируется принятием положений и методов, составляющих единство, нередко теперь обозначаемое, по примеру Т. Куна [117], как «парадигма» данной области.

В настоящее время теснейшая связь категорий «коммуникации» и «сообщества» не требует дополнительных пояснений. Как уже отмечалось [141, с. 17], для формальной коммуникации «референтом» служит массив научных документов, а для неформальной — нечто менее операциональное — научное сообщество. Впрочем, четкость «референции» «формальная коммуникация — массив документов» обязана, по-видимому, как раз тому, что все, в чем может содержаться нечеткость, уже в порядке подготовки к эмпирическому исследованию имплицитно «загоняется» науковедами во вторую эквивалентную пару («неформальная коммуникация — сообщество»).

В самом деле, из чего проистекает эквивалентность формальной коммуникации и массива документов, как не из того, что по определению формальна именно та коммуникация, которая отражена в документах? Коммуникация, конечно, не то же, что сообщество, но параметры коммуникации в то же время служат и параметрами сообщества. Научная коммуникация представляет собой «творческое взаимодействие ученых в процессе их работы, профессиональное общение ученых» [141, с. 5—6]. Ограничимся ли мы этим определением или эксплицитно включим в него и менее творческие, сравнительно рутинные формы профессионального общения — все равно высказывания о коммуникации будут и высказываниями о сообществе, и, наоборот, высказывания о сообществе суть по своему содержанию прежде всего высказывания о коммуникации.

В науке, в том числе и в естествознании периода НТР, нередко имеют место явления, так сказать, «ниже сообщества» — отдельные открытия, совершаемые в тиши кабинетов, или «еретические» работы, игнорирующие все общепризнанное. Есть и явления «выше сообщества» — аспекты науки (как, например, ее роль в социальных преобразованиях или моральная ответственность ученого), которые выходят за рамки сообществ ученых и если и становятся достоянием какого-либо из них, то это уже «сообщество» всех людей или же представителей данного класса, народа и т. д. Но такие явления будут в то же время и явлениями соответственно «ниже» или «выше» (научной) коммуникации.

При рассмотрении таких явлений, смежных или пограничных для сообщества (и коммуникации) вообще,

множество всех сообществ ученых⁴ само выступает как один из уровней в некоторой иерархии, в одной из возможных структур науки. И параметры, характеризующие этот уровень научного сообщества, вообще суть коммуникационные параметры науки. То, что они структурно «зажаты» между параметрами уровней «выше» и «ниже» сообщества (коммуникации), отражает промежуточное положение коммуникационных параметров между масштабными и интегративными. Но если интегративные параметры в общем соответствуют показателям уровня «выше сообщества», то с масштабными параметрами положение обстоит несколько сложнее. Они не столько совпадают непосредственно с характеристиками уровня «ниже сообщества», сколько указывают на определенный «субкоммуникационный» слой в самих явлениях уровня сообщества. Включение масштабных параметров в поле зрения исследователя ведет в сущности к переходу от иерархии параметров к той или иной форме опорной иерархии, что дополнительно оправдывает введение последней. Например, численность специалистов, работающих в области некоторой дисциплины, есть параметр ее сообщества, но такой, который сам по себе не характеризует процессов коммуникации в ней. Поэтому целесообразнее рассматривать этот параметр как один из тех, которые находятся на пересечении уровней отраслевого сообщества (третий уровень опорной иерархии) и масштабных параметров, т. е. как относящийся не к коммуникационному, а к масштабному уровню, на котором параметр численности и приобретает свой полный смысл.

⁴ Множество, которое, если его структурировать, есть не что иное, как опорная иерархия. Это типичный пример того, как структурный уровень системы сам может быть разбит на уровни, из которых каждый по-своему исчерпывает всю систему. Параметры отдельных уровней опорной иерархии (см. табл. 1) могут быть не только коммуникационными, но и интегративными или масштабными, т. е. они более разнообразны, чем параметры уровня сообщества, как такового: при структурировании новообразуемые уровни получают дополнительные свойства по сравнению с исходным. Свойства, нерелевантные для изучения закономерностей коммуникации в общем виде (например, размер сообщества или интегрирующая роль отдельных дисциплин-«лидеров»), выступают на первый план при анализе, скажем, сообществ с четко закрепленным числом членов (академики — «бессмертные») или сообществ в дисциплинах, выполняющих на данном этапе роль «лидеров».

За вычетом чисто масштабных параметров, т. е. параметров объема и пропорций науки, остается множество эмпирически выявленных параметров коммуникации, относящихся ко всем уровням опорной иерархии и инфорг-структуры науки. Перефразируя справедливое замечание, что «для системы научной коммуникации наиболее устойчивой является иерархическая структура» [143, с. 64], мы можем сказать, что коммуникация имеет в себе столько устойчивости, сколько она имеет иерархичности, т. е. насколько параметр структурированности выражен в ней через ее расчленение на уровни. Искать уровни в общем виде мы будем так же, как это делали для выявления групп масштабных параметров, т. е. с использованием уже известных иерархий (опорной и информационно-организационной). Пересечение уровня коммуникационных параметров с уровнями инфорг-структуры дает первичную, частично уже использованную нами возможность различать среди коммуникационных параметров три разряда: информационные, неформально-организационные и формальные. Если первый из них можно назвать в полном смысле одним из уровней множества параметров коммуникации, поскольку все в коммуникации в той или иной мере «информационно», то второй и третий разряды образуют уровень лишь вместе, а порознь каждый из них есть лишь частичный уровень. В самом деле, коммуникация может обходиться одними лишь неформальными или (что менее вероятно) одними лишь формальными каналами, но всегда хотя бы в какой-то мере организована, всегда какие-то организационные каналы есть.

Пересечение каждого из выделенных разрядов коммуникационных параметров с уровнями опорной иерархии дает по три более дробных группы параметров, и в итоге получаем 12 групп параметров, сведенных в табл. 4. Очевидно, что в относительно наиболее полной мере система, характеризуемая всеми этими группами, разворачивается лишь на стадии «большой науки», или, точнее, на этапе НТР.

Из рассмотрения табл. 4 очевидна также неодинаковая выраженность различных групп коммуникационных параметров для современного системного состояния науки. Так, группа 4С (параметры глобальных и национальных научно-коммуникационных систем) есть скорее задание для будущего, нежели набор четко представленных харак-

теристик глобальных комплексов, функционирующих, например, как системы оперативного оповещения об открытиях. С другой стороны, некоторые, хотя бы разрозненные, параметры этой группы выявляются и сейчас: таков параметр структурированности имеющейся системы научной коммуникации в целом. По сравнению с идеалом он имеет ныне весьма низкое значение, если учитывать столь часто упоминаемое дублирование исследований и ведомственную разобщенность. Однако все-таки он существует и имеет свою динамику. Содержательные характеристики информации, представленные на разных опорных уровнях (столбец *A*), применительно к коммуникационным параметрам отступают на задний план по сравнению с организационными показателями, характеризующими сообщество в плане его формального и неформального устройства.

Вообще выраженность трех основных групп параметров на разных уровнях инфорг-структуры неодинакова. Масштабные параметры наиболее четко представлены на уровне *C* (применительно к формальным показателям), интегративные — на уровне *A* (объединение значения), и, подобно этому, коммуникационные параметры в наиболее характерном виде представлены на уровне *B*. Последний факт отчасти находит себе объяснение в том, что было сказано в настоящем разделе о связи явлений коммуникации с уровнем сообщества, как такового. Но существенно и то, что формальный уровень (*C*) имплицитно как бы включен в неформально-организационный, точнее, как было сказано, частичный уровень. Неформальные сообщения, из которых ученые черпают данные о последних событиях в науке, интерпретируются ими под воздействием информации, полученной из формальных каналов. Получение «формального» сообщения, например чтение научной статьи, сплошь и рядом опосредуется указанием на это сообщение из неформального источника, да и само чтение лишь с большой натяжкой может рассматриваться как формальная коммуникация.

В сущности в инфорг-структуре есть единый организационный уровень, «*BC*», который весьма условно можно разделить на два круга явлений, на два частичных уровня. Из них первый (*B*) характеризуется в отрицательном смысле как «неформальный», но, возможно, для ряда целей удобнее было бы положительно определить его как

«психологический», поскольку именно к этому уровню (точнее, к его группам *B1* и *B2*) применимо произведенное нами выше отождествление психологического аспекта науки с определенным подуровнем параметров научного сообщества.

Понимание параметрической структуры научной коммуникации особенно важно для периода НТР, когда нарушение коммуникационного баланса применительно к той или иной области исследований нередко ведет к весьма крупным и нежелательным последствиям в практическом плане.

Часто цитируемый в этой связи случай с недооценкой открытия О. Эвери с сотрудниками в 1944 г. трансформации пневмококков является, быть может, не самым трагическим, но вполне характерным, поскольку в данном случае именно опубликование в «периферийном» журнале и вообще «недостаточный учет коммуникационных функций послужили причиной неадекватной оценки ее (статьи.— *Б. С.*) содержания» [141, с. 15].

Рассмотренные нами для классического периода параметры формальных средств коммуникации сохраняют свой смысл и для современности, но, конечно, имеют другие значения, а нередко и другие закономерности эволюции. Так, число одновременно издаваемых в мире наименований научно-технической периодики к 1960-м годам далеко перевалило за 30 тыс., но не может быть точно определено вследствие возросшей роли другого параметра — «смертности» периодических изданий, колеблющейся (для полувекового периода) от 33 до 66% для различных отраслей знания [282].

Существенным сдвигом в параметрической структуре коммуникационного уровня явилось стремительное возрастание числа и роли «периодики второго порядка» — информационных и реферативных изданий. Параметры научно-информационной сферы приобретают в эпоху НТР внушительные размеры; так, только в СССР в этой сфере занято более 100 тыс. человек. Дальнейшим выражением тенденций к повышению эшелонированности и оперативности системы научной коммуникации служит появление и внедрение автоматизированных систем обработки и хранения научно-технической информации. В то же время стремление (быть может, не всегда оправданное) к ускоренной коммуникации нашло себе выражение во все более

распространяющемся способе полуформальной и направленной передачи информации через препринты.

Усложнение языковой ситуации (численное, хотя и не абсолютное, преобладание публикаций на английском языке при невозможности обходиться ими практически ни в одной области) также служит прямым продолжением эволюции коммуникационных параметров классического периода. Так, если в химии в 1909 г. для чтения 92% мировой литературы достаточно было знать английский, немецкий и французский языки, то теперь на этих трех языках в совокупности выходит лишь 66,6% литературы, а 23,5% — на русском, остальное — на японском, испанском и других языках [143, с. 23].

Рост интереса к проблематике научной коммуникации и литературы по этим вопросам сам по себе является параметром коммуникации на современном этапе. В ходе исследований, позволивших во многом перевести рассмотрение с интуитивного уровня «здравого смысла» на рельсы количественных методов, были конкретизированы представления о коммуникационной роли неформальных коллективов и средств общения (группа B2 табл. 4). Общим выводом из этих исследований можно считать необходимость сочетания формальных и неформальных средств коммуникации, поскольку без взаимодействия этих двух уровней невозможно гармоническое функционирование всей системы коммуникации в сложных и напряженных (в смысле интенсивности коммуникации) условиях НТР.

К числу открытий, позволяющих установить существенно новые связи между коммуникационными параметрами развития науки и параметрами иных уровней, в частности интегративными, относятся обнаружение и эмпирическое подтверждение того факта, что «высокие уровни организации и коммуникации достигаются в научных группах, деятельность которых ведет к радикальной перестройке целых научных дисциплин» [65, с. 135]. С этим важным фактом связан и параметр преобладания неформальных способов коммуникации на определенных, более ранних, этапах развития научной группы, в то время как для более поздних этапов характерно, видимо, относительное превалирование формальной коммуникации [65, с. 145].

Исследованию подверглась (и оказалась весьма значительной) также коммуникационная роль ссылочного аппа-

рата [110, 111, 143, 254, 262, 279]. Перспективной областью исследования оказалось изучение коммуникационных параметров индивидуальных ученых. Было установлено, что «ученые высокой продуктивности связаны более тесно с другими посредством коммуникационных связей, которые они рассматривали как чрезвычайно важные для своих исследований... Коммуникационные выборы ученых высокой продуктивности чаще, чем в других группах, оказывались взаимными, что еще раз подтверждает их центральное положение в проблемной области» [111, с. 197—198]. Таким образом, на уровне индивидуального ученого коммуникационные параметры, по крайней мере в современный период, также оказываются тесно связанными с масштабными (с параметром продуктивности).

Проблемы коммуникации встают на этапе НТР и на уровне групп исследователей, в том числе групп, концентрирующихся вокруг тех или иных выдающихся авторов — генераторов новых идей и, следовательно, активных центров коммуникации. Здесь на первый план выступает параметр самостоятельной роли исследователя в пределах данной коммуникационной структуры. Известно, что на более ранних этапах такая самостоятельность признавалась далеко не всегда (впрочем, и на этапе НТР также). Так, А. Майкельсон довел логику приоритета до полного отказа от руководства учениками или аспирантами. «Всякий раз, когда я отдаю аспирантам какую-нибудь проблему, они либо все портят, потому что не могут работать так, как мне хотелось бы, а прогнать их и делать все самому нельзя; либо, наоборот, добиваются неплохих результатов и тут же начинают считать проблему своей, в то время как она моя» [цит. по: 195, с. 96].

Последующее развитие форм научной коммуникации показало, что коллективность методов работы, характерная на современном этапе для деятельности многих исследовательских групп, служит проявлением общей тенденции «большой науки» к коллективному творчеству, хотя рост параметров коллективности и сотрудничества отнюдь не устраняет личностного начала.

Уже в течение XIX в. значительное увеличение масштабов исследований и практического выхода науки потребовало более гибких форм организации научного сообщества. В качестве одного из приемов повышения параметров научной активности возникают «летние школы»

естествоиспытателей (впервые организованы, видимо, Ж. Агассисом в 1870-х годах в США, в штате Массачусетс).

В дальнейшем и особенно на этапе НТР подобные сезонные школы оказались чрезвычайно эффективным средством стимуляции коммуникационной деятельности и стали неотъемлемым компонентом организации современной науки. Важными факторами повышения интенсивности коммуникации и структурированности коммуникации стало также быстрое развитие информационных служб, включающее рост числа научно-информационных журналов, бюллетеней и других изданий, разработку информационно-поисковых систем и т. д. [142]; улучшение коммуникационного обслуживания в прикладных областях, особенно в сфере техники; рост непосредственной производственной отдачи от внедрения коммуникационных систем. Все эти сдвиги, наряду с другими, нашедшими полное выражение к середине XX столетия и в совокупности характеризующими современную научно-техническую революцию, отразились на коммуникации в научных сообществах и на их организации. Оптимальность структуры научных сообществ становится первостепенным параметром науки, определяющим ее социальную роль. В то же время само возрастание роли организации в значительной мере является следствием увеличенных масштабов науки. По аналогии, предложенной П. Л. Капицей, научный руководитель играет для науки ту же роль системообразующего фактора, какую для кино играет режиссер: «Некогда театр состоял только из труппы актеров, и режиссер был незаметной фигурой. Теперь же, особенно с развитием кино, в котором участвуют тысячи и десятки тысяч актеров, главная роль, определяющая успех постановки, перешла к режиссерам. При большой коллективной работе режиссер стал теперь необходим также и в науке... Его роль должна быть творческой, а не чисто административной» [92, с. 109].

В новых условиях науковедческое исследование как своеобразный вид самосознания науки получило прикладное значение в плане мер по организации науки и оптимизации параметров естественнонаучного сообщества. Степень изученности коммуникационных параметров науки и системы научных коммуникаций как целостного образования сама становится на этапе НТР важным пара-

метром научной коммуникации. Дальнейший ход эволюции коммуникационных параметров науки и ее развития определяется соображениями настоящего момента, структурой современной науки в целом, в конечном счете практикой и целесообразностью, но, как мы пытались показать, определенную помощь при этом может принести и исследование прошлой эволюции коммуникационных параметров.

История форм научной коммуникации в значительной мере совпадает с эволюцией становления и развития науки как общественного института. В течение всей своей истории параметры научной коммуникации испытывали явное влияние со стороны вненаучных факторов и социальных форм организации. В ходе исторического развития, однако, вырабатывались и самостоятельные, специфические для науки формы коммуникации. Более того, в ряде случаев наука сама оказывала определенное модифицирующее влияние на те или иные формы социальной организации.

Еще в XVII—XVIII вв. формы научной коммуникации вылились в характерные академические приемы и виды регламентации, оказавшиеся жизнеспособными на протяжении по крайней мере двух веков. В рамках академических («классических») методов руководства постепенно развивалась тенденция к увеличению внутренней и внешней самостоятельности исследователя, к институционализации лидерства и научной школы, к дифференциации типов и уровней научной коммуникации. Современный период развития научной коммуникации в некоторых своих ведущих чертах является прямым продолжением «классического» периода. Для более полного раскрытия значения отдельных тенденций и соотношений в развитии научной коммуникации необходимо обратиться к рассмотрению высшего, интегративного уровня параметров науки, по отношению к которому показатели коммуникационного уровня играют роль в большей или меньшей степени подчиненного средства.

ЭВОЛЮЦИЯ ИНТЕГРАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НАУКИ

Рассмотренные в главах II—IV группы параметров науки — масштабных, связанных с пропорциями науки, со структурой научного сообщества — могут характеризовать науку на всех уровнях, или рангах, последнего, начиная от отдельных ученых или их групп и кончая ученым миром в целом. Иными словами, все эти параметры или по крайней мере многие из них выступают на всех уровнях «опорной иерархии».

Естественно, таким образом, что многие рассмотренные ранее параметры относятся и ко «всей» науке, ко всему ее объему. Например, мы вполне можем говорить о численности научных работников и в масштабе какой-либо страны, и во всем мире, и соответствующие цифры имеются. Значит ли это, что такого рода параметры характеризуют и науку в целом? Здесь надо остановиться на полезном, на наш взгляд, различии между «всей наукой» и «наукой в целом».

Нередко эти термины употребляются как взаимозаменяемые, и тем не менее при более строгом рассмотрении даже в обычном словоупотреблении между ними существует разница. Говоря о науке в целом, мы делаем ударение на взаимодействии между элементами науки как системы, на том, что наука может выступать в качестве единого предмета исследований или субъекта соответствующих специфических предикатов. Впрочем, поскольку в обиходном (нетерминологическом) словоупотреблении различие между «наукой в целом», с одной стороны, и «всей наукой» — с другой, может иногда и отсутствовать, целесообразно говорить в настоящей главе не просто о «параметрах науки в целом», но именно об интегративных параметрах науки, понимая под последними те показатели, которые существенны в качестве конституирующих ее системный характер. Очевидно, что интегративные параметры могут

выступать на всех уровнях опорной иерархии, хотя их роль более важна для высших уровней этой иерархии, для страновых и универсальных научных сообществ.

Связь параметров интеграции науки практически со всеми показателями, характеризующими науку и научную деятельность, не означает тождества интегративных параметров с параметрами низших уровней. К интегративным параметрам науки, рассматриваемым в настоящей главе, мы будем относить те, и только те, которые непосредственно характеризуют степень интегрированности или процесс роста (падения) интегрированности науки как в информационном (единство естественнонаучной картины мира), так и в организационном (наука как институт, как социальное явление; ее статус) плане.

Масштабные параметры представляют собой статичные показатели, кривые роста которых есть нечто внешнее для отдельных их значений: например, число специалистов по ядерной физике, имеющих в мире, — именно число, которое мы можем измерить на данный момент и представить себе независимо от того, изменяется ли оно по параболическому, экспоненциальному или иному закону. Коммуникационные параметры уже нестатичны, но соответствуют своими значениями некоторым процессам или циклам в коммуникационной структуре науки, причем эти циклы в общем случае не замкнуты. Например, степень интенсивности научной коммуникации в некоторой области можно рассматривать как обобщение одной из сторон процесса циркулирования научной информации в этой области, и этот параметр сохраняет свою значимость для неопределенного числа повторений или воспроизведений циклов коммуникации, конец каждого предыдущего из которых есть начало следующего.

Интегративные параметры вновь имеют в себе некоторую статичность, но эта последняя повторяет статичность масштабных параметров лишь таким образом, как мера (в триаде «количество — качество — мера») воспроизводит количество. Множественность дисциплин, на которые распадается наука, служит показателем ее дифференцированности, и хотя может быть выражена каким-то числом, смысл этого числа и данной множественности будет совсем не тот, что у объемных показателей, таких, например, как численность научного персонала или число публикаций. Существуют и такие параметры, о которых нельзя

Таблица 5

Группы интегративных параметров науки

Оторный уровень	А. Информационный уровень	Организационный уровень	
		В. Неформально-организационный уровень	С. Формально-организационный уровень
1. Индивидуальный исследователь	Показатели интегративной роли единичных актов научного творчества	Параметры неформального лидерства (связанные с личностью лидера)	Желаемые и реальные свойства научного руководителя
2. Научный коллектив	Характеристики интегративной роли методов, установок, традиций и т.д., специфичных для данного коллектива	Параметры неформального лидерства (связанные с воздействием его на коллектив)	Параметры, характеризующие функционирование научного коллектива в данных условиях руководства и организации
3. Отраслевое сообщество	Характеристики теорий и набора теорий данной дисциплины (отрасли)	Показатели степени неформальной интеграции в данной отрасли	Параметры организационной объединенности и структурированности данной отрасли
4. Сообщество ученых (естествоиспытателей) в целом	Общенаучные и методологические характеристики картины мира на данной стадии прогресса науки	Параметры интеграции мирового сообщества ученых, связанные с этическими и прочими неформальными нормативами	Параметры развития координатных международных центров

сразу решить, являются ли они объемными или интегративными: например, число научных центров и скорость его прироста являются объемными параметрами в той мере, в какой они выступают просто как данные статистики, иллюстрирующие увеличение (уменьшение) мощности суммарного генератора научной продукции, и интегративными в той мере, в какой мы обращаем внимание на роль этих показателей с точки зрения географической, целевой (академические, университетские научно-промышленные комплексы), дисциплинарной (профессиональной) и т. д. дифференциации и интеграции. Здесь, таким образом, для решения вопроса о природе параметра мы должны конкретно рассмотреть его определенность в контексте данных, которыми мы располагаем, и в рамках целей, стоящих перед анализом.

Для периодизации интегративных параметров науки могут быть выбраны различные основания соответственно той или иной группе параметров, полученной при пересечении параметрических уровней с уровнями инфорг-структуры (см. табл. 5). Может быть, например, построена периодизация по способам мышления, подобная той, которую применял М. Борн, выделявший в истории науки периоды преобладания античного, классического и современного способов мышления. Однако следует иметь в виду, что выделение данных этапов или вообще выбор какого-либо частного интегративного параметра с его значениями в качестве критериев периодизации может оказаться в противоречии с периодизацией по какому-либо иному частному параметру. Ф. Энгельс писал, что «теоретическое мышление каждой эпохи... это — исторический продукт, принимающий в различные времена очень различные формы и вместе с тем очень различное содержание»¹. Соответственно и ведущие интегративные параметры для разных эпох науки могут оказаться весьма неодинаковыми. На их характере неизбежно сказывается специфика выражения (в каждую данную эпоху) научного труда как вида деятельности, которая по своей природе должна использовать труд не только современников, но и предшествующих поколений. По этому признаку труд в сфере науки отличается от простого совместного труда, который, по формулировке Маркса, «предполагает непосредственную

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 366.

кооперацию индивидуумов»²; труд ученых относится к категории труда всеобщего, требующего непрерывной исторической преемственности. «Всеобщим трудом является всякий научный труд, всякое открытие, всякое изобретение. Он обуславливается частью кооперацией современников, частью использованием труда предшественников»³.

Соотношение (в научном труде) труда, обусловленного кооперацией, т. е. совместного, и использования труда предшественников непосредственным образом связано с интеграцией науки. Параметр степени выраженности научного труда как всеобщего для каждого конкретного системного состояния науки зависит от уровня интеграции науки, полноты использования идейного фонда, накопленного в развитии отдельных дисциплин и всей науки, степени превращения информации (отдельных сведений) в знание как целостность, углубления методологических основ науки, делающих ее достоянием и производительной силой общества (в сфере материального и духовного производства), т. е. от показателей, потребность в непрерывном росте которых заложена в самой природе науки. Поэтому проблема интегративных параметров науки тесно сопряжена с проблемой прогресса науки.

Следует сказать, что процесс приобретения интегрирующими параметрами науки характера, все более специфичного и имманентного для нее, правомерно рассматривать в аспекте смены форм труда. На самой ранней стадии формирования знания в качестве интегрирующего момента этого процесса (причем не только его, но и других сторон антропогенеза, которые все представляют неразрывное целое) выступает труд как целесообразная деятельность вообще.

Об интегративных параметрах науки в более узком смысле мы можем говорить, начиная с периода, когда роль интегрирующего момента принимают на себя более конкретизированные формы труда земледельца, ремесленника, мореплавателя, находящие себе выражение в создании перманентных очагов культуры. Еще позднее ведущее значение для становления науки получают промышленные формы всеобщего труда, связанные сначала с цеховой, потом с мануфактурной и фабричной организацией

² Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 25, ч. 1, с. 116.

³ Там же.

производства; для обслуживания потребностей техники постепенно становится необходимым все более непосредственное вмешательство науки; наконец, на современном этапе интегрирующее значение для огромных исследовательских комплексов приобретают освоение космоса, электроника и другие синтетические сферы деятельности, самое бытие которых немыслимо без совершенной научной базы.

§ 1. Интегративные параметры древней и средневековой науки

На начальных стадиях развития науки ее природа как целостное образование выражается через процессы дифференциации и интеграции, притом для данного этапа и тот и другой процесс проявляются в специфической форме. Если для современной науки дифференциация входит в интеграцию как ее необходимый момент и предпосылка, то в первоначальной фазе накопления научных и технических сведений дифференциация, ведущая к раздроблению знаний и учений между различными прослойками населения, препятствовала синтезу науки в единый комплекс.

Соответственно параметры интеграции науки в целом имели низкие значения, наука распадалась на слабо взаимодействующие комплексы научного знания, каждый из которых выступал в качестве подсистемы для некоторой более общей культурной системы. Наука была чем-то лежащим на пересечении ряда социально-культурных систем. Этим объясняется, в частности, отсутствие в древнейших языках особого слова для обозначения науки. Элементы философских и вообще гуманитарных знаний были частью идеологии; применение и известность спорадических открытий в области техники, металлургии, агрономии и т. д. обычно не выходили за пределы узкопроизводственной ремесленно-земледельческой сферы; естественнонаучные представления использовались для увеличения авторитета жреческих сословий и прямо или косвенно входили в систему управления экономикой страны.

Естественно поэтому, что в архаической науке интегративные параметры нашли более явное выражение не на уровне науки в целом, а на уровне дисциплинарном, или, точнее, «преддисциплинарном», на уровне подсистем научно-технологического знания; притом это были в основном

параметры, связанные со внешними воздействиями на науку и с ее институционализацией, разумеется, не самостоятельной, а имевшей место в рамках религиозных и административных структур. Для этой псевдоморфной институционализации в качестве интегрирующих выступали параметры обеих выделенных выше групп, информационной и организационной, т. е. обоих уровней инфорг-структуры. Роль первой (информационной, методологической) группы играли преднаучные идеи о господстве во Вселенной некоторого принципа («дао», «кармы», «логоса» и т. п.), включавшие в себя представление как о судьбе (воздаянии) и мировой справедливости, так и о естественном ходе вещей, проявляющемся в движениях светил, в смене времен года, в регулярных разливах рек.

Двойственный характер универсального интегрирующего принципа находил себе соответствие в функциональной амбивалентности первых организаций, производивших если не исследования, то по крайней мере наблюдения. Такими организациями в древнем мире были храмы и союзы жрецов, которые наряду с отправлением культа накапливали астрономические, метеорологические, медицинские и другие данные, по-своему интегрируя коллективный опыт данной этнической общности [21, с. 66].

Начиная с архаического периода единство научного знания (хотя на этих этапах только намечающееся) проявляется в виде специфического параметра, престижа науки, в какой-то мере отличного от престижа любой другой сферы культуры, хотя в то же время это отличие редко бывает полным и наука нередко смешивается с магией. Так, в Древней Индии [см. подробнее: 299, 345, 355, 377] элементы научного знания были привилегией варны (касты) брахманов и вместе с тезаурусом этических и религиозно-мифологических сведений рассматривались как признак ее превосходства над варной кшатриев (воинов) и тем более ремесленников-вайшьев и низшей варной шудр.

В течение длительного периода (приблизительно III в. до н. э.— VIII в. н. э.), пока кастовые перегородки не были слишком сильны, престиж теоретического знания в определенной мере распространялся на науку целиком и привел к таким достижениям, как позиционная система счисления, химическое изготовление лекарств и амальгам, развитие логических и других школ в биологии, медицине

и т. д. Были созданы высшие школы, и в их курсы обучения была введена наука, в том числе и естествознание и «ремесла». К этому же времени относится беспрецедентно высокая оценка науки, данная в «Нити-джатаке» Бхартрихари:

*«Сокровище такое существует,
Которому не страшны воры:
Украсть его нельзя. Всегда
Несет оно с собой несказанное счастье.
Хоть траишь ты его и раздаешь другим,
А все ж оно растет — потоп ему не страшен!
Его зовут наукой! О цари! Склонитесь перед ним!
Те, кто владеет им, превыше вас, цари,
И никогда вам их не превзойти!»⁴*

В последующие века развитие науки в Индии затормозилось и не привело к образованию системы более высокого уровня целостности. Это было связано с разделением общества на сотни застывших каст и неизбежной при этом разобщенностью теоретических и прикладных знаний. Аналогичная разобщенность, имевшая несколько смягченные (ненаследственные) формы, была фактором, затормозившим развитие науки и в Китае, где «государственная система препятствовала... сделать необходимый шаг объединения техники и книжной учености» [21, с. 199].

Для понимания судеб науки в древнем и средневековом Китае, относительно которых нередко задавался вопрос, почему интеграционные процессы, несомненно имевшие место в истории китайской науки, не привели к формированию чего-либо подобного естествознанию европейского Ренессанса, мы должны иметь в виду, что наука есть форма общественного сознания и в качестве таковой отражает господствующие в обществе на данной стадии установки на исследование, инновацию и т. д. (соответственно на традицию, на сопротивление новизне

Данный пример взят из «Антологии мировой философии» (Под ред. В. В. Соколова. М., 1969, т. 1, с. 174), в которой можно найти ряд других примеров, касающихся престижа как интегративного параметра архаической науки. По вопросу о позднейших этапах эволюции престижа науки как одного из параметров ее интеграции см.: [77, 241].

и т. д.). Так, относительно другого варианта архаической науки — африканской — советский исследователь В. Б. Иорданский в предисловии к цитированной нами ранее книге Б. Дэвидсона отмечал, что «доклассовое африканское общество было убеждено в том, что ему известен ответ на все вопросы», и «перестало ставить перед собой вопросы... о происхождении и будущем человека и мира, о средствах и путях улучшения жизни», в результате чего «движение общественной мысли (и, можно добавить, накопление естественнонаучных знаний. — Б. С.) замерло» [78, с. 5].

Несомненно, что самый факт того, что общество «перестает (или наоборот: начинает) ставить вопросы», не является чем-то беспричинным или в социальном отношении иррациональным, хотя конкретные социальные опосредования этого факта могут быть неочевидны. В отношении естественнонаучных вопросов всегда существует некоторый прямой носитель функции «постановки вопросов», от которого и зависит степень и направление интеграции знания в данном социуме. Например, в Древней Греции таким носителем были частные философские школы, позднее — лицеи типа Академии или Ликеея; в эллинистический период — более развитые организации типа Александрийского и Пергамского музеев. Их отличие от более ранних школ лежало не только в большей широте проблематики, в большем упоре на естествознание, но и в возросшей связи с государством как источником финансирования, а следовательно, и как с центром, определяющим направление работ. Здесь мы снова, но уже на уровне интегративных параметров, сталкиваемся с проблемой соотношения государственных и частных исследований.

Эллинистическое, а позднее римское (и византийское) государство, приняв на себя интегративную функцию, не смогло ее осуществить, и среди требований к ученым со стороны монархии главное место заняли заказы на написание хвалебных од, на механизмы для украшения тронных залов (наподобие механических львов или заводных птиц, поющих во время императорских приемов). В условиях античной и средневековой монархии другого (помимо государства) носителя интегративной функции уже не могло появиться, и процесс концентрации управления наукой в одних руках был необратим (он мог смениться

только полной дезинтеграцией при распаде империи). К тому же не следует забывать, что о повышении и понижении интеграции науки на всем протяжении периода, рассматриваемого в настоящем параграфе, можно говорить лишь в относительном смысле: в целом же значение как организационных, так и интегративных параметров развития науки было весьма низко, так что система науки в целом была чрезвычайно чувствительна к переменам в социальной среде и деградировала, как только эти перемены становились неблагоприятными.

Это можно рассматривать и как свидетельство некомпетентности государства, и как указание на недостаточно явную практическую мощь науки на том этапе. В сущности это одно и то же, поскольку проявлением компетентности со стороны государства могло в данном случае быть только понимание практического значения науки. О таком понимании в реально значимых масштабах можно говорить только с XVII в. Попытки же государственной интеграции науки в древности и в средние века имели для научного прогресса скорее тормозящее значение, и судьбы древнекитайской науки в этом отношении достаточно характерны.

До XIV в. включительно китайское общество, как сейчас можно считать установленным [105, 325], развивалось приблизительно в том же ритме (если говорить о факторах, связанных с генезисом естествознания, об «эпистемогенной матрице»), что и европейское: возникает параллелизм между основными эпохами римской, каролингской и т. д. государственности на Западе с соответствующими эпохами в Китае, а также между типологическими особенностями китайской и византийской цивилизаций, в особенности по отношению к генезису естествознания [55, 105, 164, 325, 358]; начало морской колониальной экспансии Европы и Китая совпадает даже с точностью до нескольких лет, поскольку знаменитая флотилия Чжэн Хэ вышла из устья Янцзы в 1405 г., к 1415 г. относится захват португальцами Сеуты, положивший начало европейской колонизации за пределами Европы, а косвенно и эпохе великих географических открытий. Тем не менее события начала XV в. вылились в эпоху великих географических открытий и затем в естественнонаучное Возрождение только на Западе, а не в Китае. В отличие от европейского полицентризма запад-

ного Предренессанса, когда упадок науки в одном государстве мог компенсироваться ее успехами в соседнем, причем инициатива купцов и банковых домов могла восполнять упущения государства, в Китае интеграция, в том числе и интеграция знаний, была (что имело свои социальные причины) прерогативой центральной власти, и когда последняя опрометчиво отказалась от развития науки, то и общество «перестало ставить перед собой вопросы», по крайней мере в этой области: в 1430-х годах дальние плавания были запрещены в рамках более широкой программы запретов, наложенных на усовершенствования в ремеслах, в денежном обращении, в морском деле, вообще во всех сферах, развитие которых могло способствовать развитию капиталистических отношений и подорвать основы феодальной монархии. В результате этих и последующих реформ в XV—XVI вв. (запреты на технические усовершенствования, в том числе в производстве фарфора, в книгопечатании, особенно в кораблестроении и т. д.) интегративные процессы, аналогичные тем, которые на Западе в конечном счете привели к возникновению институционализированного и экспериментального естествознания, были предотвращены, и наука в современном смысле не сформировалась, несмотря на то что перед этим имело место хронологическое совмещение большого числа научных достижений в цивилизации, объединенной языком, администрацией и высокими традициями образованности.

Проблема интеграции знания стояла и перед древнейшими цивилизациями Ближнего Востока. В данном случае мы отступаем от хронологии, поскольку переходим к другой генетической линии в развитии интегративных параметров. Между европейской и южноазиатской наукой периода средневековья имеется в основном типологическое сходство (и различие), а с Ближним Востоком европейскую науку связывает прямая генетическая преемственность.

Вследствие большей пестроты этнического состава, а также интенсивного взаимодействия между соседними культурами формы науки, развившиеся в этих цивилизациях (прежде всего в вавилонской и египетской), по сравнению с индийской и китайской наукой в большей мере представляли собой открытые системы. Их основное содержание (не только отдельные открытия, но и элемен-

ты методов дедукции и наблюдения) было усвоено Грецией, до известной степени воспроизведшей и интегративную роль мировоззренческого принципа «соответствия между земным и небесным». На рассматриваемой стадии данный принцип еще не приобрел того идеалистического толкования, которое проявилось в средневековой алхимии и астрологии, и сохранял некоторые наивно материалистические черты. Небо понималось именно как видимое астрономическое небо, определяющее своим ритмом разливы рек; так, в вавилонском астральном культе «небо — прототип земли, все земное создано по образу небесного, между тем и другим — неразрывная связь: небо проявляет себя, помимо предвечных откровений, и ежедневными — в явлениях природы, особенно в небесных светилах» [190, с. 119]. На этом фоне в архаических цивилизациях Ближнего Востока, начиная с Вавилона и Древнего Египта, пробиваются ростки той концепции интеграции науки, которая приобрела столь важное значение в новое время: концепции интеграции не только (и не столько) на организационном, но и на информационном уровне; интеграции не только с помощью внешних средств (например, работа в одном помещении и т. д.) и целей, но и с помощью стремления к последовательному мышлению, к той или иной форме единства знания. Соотношение «внешней» и «внутренней» интеграции само выступает как существенный параметр развития науки, причем повышение роли «внутренней» (методологической, информационной) интеграции в истории науки вплоть до современности отражает тенденцию к «автономизации» науки, к возрастанию ее роли в качестве производительной силы общества.

Преобладание информационной интеграции не может стать абсолютным, ибо это означало бы утрату наукой организационной структурированности; наоборот, преобладание организационной интегрированности может приблизиться к абсолютной полноте, что, как мы видели, и случилось в истории науки, но вело в конечном счете к отрицательным для науки последствиям.

В кругу древних культур Передней Азии и Северо-Восточной Африки ранненаучные знания воспроизводились и преемственно передавались от страны к стране, вплоть до греческой и отчасти арабской цивилизаций. Наука в этом регионе пережила ряд коренных смен в

социальной и этнической структуре, в языке и т. д. и в определенном смысле так же, как и современная, представляла собой самоподдерживающуюся систему. Однако ее самоподдерживание осуществлялось на низком уровне интеграции, поскольку воспроизводилась, собственно, не наука, а инкорпорирующие ее религиозные, кастовые и другие институты. Неизбежно воплощаясь в этих уже наличных социальных институтах, поскольку своих самостоятельных форм институционализации она еще не создала, наука затем замедляла или даже прекращала развитие, которому как в методологическом, так и в организационном отношении препятствовали рамки инкорпорирующих институтов. Хотя роль теории, «высшего знания», включающего элементы сферической астрономии, математики и других естественных наук, в целом была высока (самая «идея математической представимости процессов природы... принадлежит вавилонской математике» [48, с. 453]), однако наука институционализировалась как одна из форм магической власти над природой. Только в Греции ранняя стадия интеграции науки нашла выражение в более благоприятной для секуляризованного знания форме институционализации — философских школах, уделявших, начиная по крайней мере с Пифагора, большое внимание специальным естественнонаучным вопросам.

На греческой стадии процесс интеграции охватывает в равной мере и институционально-организационную, и информационно-методологическую стороны науки. Движущие пружины этого процесса, «греческого чуда», лежат, несомненно, в социальной сфере и связаны с мореплаванием, ростом торговли, полисной демократии и другими эпистемогенными факторами античного системного состояния науки. Говоря же о параметрическом аспекте процесса интеграции, мы должны отметить его зависимость от явлений, происходивших на низших уровнях параметрической структуры: от роста масштабов науки, а также от наметившейся централизации и вообще структурированности коммуникационных сетей.

Соотношение между «внешней» и «внутренней» интеграцией науки в греческую эпоху (но не в эллинистическую) сдвинулось в сторону дальнейшего повышения интегрирующего значения информационного уровня, для которого, в свою очередь, можно отметить постепенное

возрастание роли естественнонаучных знаний и представлений в формировании картины мира. По сравнению с Египтом и Вавилоном, в которых впервые наметился этот сдвиг, структура греческого ремесленно-торгового полиса с его специфическими формами демократии, интенсивной общественной жизнью и сравнительно слабой властью традиции, гораздо более благоприятствовала «вере в то, что вселенная рациональна и что она во всех деталях может быть выведена чисто логически, исходя из первичных принципов» [21, с. 98].

В итоге, как писал Ф. Энгельс, «для греков было ясно само собой, что природа не может быть неразумной...»⁵. Натурфилософский рационализм явился, таким образом, важным интегративным фактором формирования древнегреческого естествознания. Именно в эту эпоху был выдвинут тезис о том, что научное знание представляет собой высшую ценность по сравнению с властью, выраженный в изречении (приписывавшемся то философу Демодоксу, то Демокриту), что следовало бы предпочесть нахождение одного научного объяснения сану персидского царя.

Имелась тенденция и к более широкой интеграции науки со включением в нее и прикладных знаний. Эта тенденция, которая встречала сильное противодействие со стороны сторонников примата чистой теории (к ним можно отнести Платона и ряд других идеалистических мыслителей), опиралась, однако, на достаточно прочную традицию, восходившую к глубоко сочувственным и компетентным описаниям ремесел у Гомера и Гесиода и к восхвалению труда и практических знаний Сократом во второй книге ксенофоновых «Меморабилей».

Мировоззренческий интегрирующий принцип в греческом мышлении впервые приобретает характер убеждения в наличии и непреодолимости естественного хода событий. Это убеждение, равно как коррелирующее с ним понятие «природы», будучи раз уяснено, в дальнейшем не выходит из поля зрения науки, хотя толкуется по-разному. Если взять эти толкования (их по крайней мере четыре: греческое, средневековое, «классическое» и современное) не в их разрозненности, но как ступени приближения к некоторому адекватному, хотя бы в пол-

⁵ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 536.

ной мере и недостижимому толкованию, то специфическое для данного периода представление о «естественности» может (со времени своего возникновения в древнегреческом естествознании) рассматриваться как интегративный параметр (группа 4А табл. 5).

В древнегреческой науке преобладает толкование естественного как гармонии, которая не есть несовершенное обнаружение трансцендентной гармонии (как в средневековом мировоззрении), но закончена в себе и предстает в виде музыкальной гармонии (у Пифагора, отчасти у Платона), в виде «формы» (у Аристотеля), «нуса» (у Анаксагора) или иного начала, или же поднята до уровня всеобщего диалектического принципа (у Гераклита). Аристотель выражает, видимо, весьма распространенное мнение, утверждая, что к познанию природы «естественный путь... идет от более известного и явного для нас к более явному и известному по природе» (Физика, I, 1, 184а), т. е. что наука заключается в том, чтобы сделать объективно естественное естественным также и субъективно.

Сама идея противопоставления «хаоса» и «космоса» (гармонии), господствовавшая над древнегреческой мыслью в течение всего периода ее развития, была гораздо более пригодна в качестве интегрирующего принципа для науки, чем, например, представление о существенном равноправии начал «инь» и «ян» в философии Древнего Китая. В античной науке древняя восточная идея мировых циклов выступает в виде естественнонаучного принципа разложения всех движений на круги, что придало идее гармонии конкретный характер методологического интегративного принципа науки. Наблюдается процесс все более тесного внедрения механических методов в математику, а математические методы находят обширное применение в механике, в том числе прикладной, биологические наблюдения — в медицине, астрономические — в мореплавании и т. д.

Если прибавить к этому, что на греческой и особенно эллинистической стадии впервые выразилась дифференциация естественных наук по специальностям, становится ясно, что в интегративном отношении наука данного периода выступает как пронизанная обратными связями и, главное, способная к дальнейшей эволюции многоплановая система.

Выдвигалось предположение, что эта система не могла сохраниться в силу имевшихся в ней внутренних ограничений, например невозможности выйти за пределы «циклически-гармонических» представлений, или, быть может, могла бы сохраниться, только не вырываясь за пределы этих представлений, т. е. в таком состоянии, которое можно не называть «застоем» лишь при условии, что мы признаём существенное равноправие (в отношении к прогрессу) вообще всех исторических вариантов науки. Имеется тезис, что греко-эллинистическая наука «не двинулась „дальше“ потому, что для нее не было этого „дальше“ Ею был определен круг всех проблем, и она так или иначе их решала или считала в принципе разрешимыми. Науке нового времени пришлось не столько двигаться „дальше“, сколько заниматься перерешением всех основных задач античной науки на новом основании и в рамках новой логики» [9, 1976, с. 105].

Однако сам по себе факт возникшей позже необходимости такого перерешения не означает, по нашему мнению, что для античного естествознания не было никакого «дальше». Ведь и в средневековье наука по-своему «решала» все свои проблемы и тем не менее смогла подойти к решающему кризису, после которого развилась в новое естествознание. Нам представляется, что в более благоприятных условиях древнегреческая наука также смогла бы породить экспериментальное и институционализированное естествознание в современном смысле. Конечно, для этого ей пришлось бы внести коррективы в свою картину мира — случай нередкий в истории естествознания и во всяком случае не представляющий ничего невозможного. Однако реальная эволюция интегративных параметров науки пошла более сложным путем.

Для понимания направления этой эволюции в эллинистический период необходимо иметь в виду две ее особенности по сравнению с собственно греческим периодом. Во-первых, тенденция к интеграции теоретического и прикладного знания возобладала, найдя выражение в специализированной разработке технических (прежде всего механических устройств и приборов на базе представлений о законах природы. Во-вторых, резко возросшая зависимость сообщества ученых от государства привела при недостаточном еще развитии «внутренней» интеграции науки к ее отставанию от «внешних» инте-

грационных (или псевдоинтеграционных, если иметь в виду результат) процессов. Изречение о «сане персидского царя» уже не звучало убедительно, учитывая, что эллинистические центры науки приобрели преимущественно придворный характер. Если крупнейший из них, Александрийский музей, официально все еще являлся как бы филиалом храма муз (отсюда наименование: музей), то материально и административно он вполне зависел от эллинистической монархии Птолемеев, преемственно воспринявшей от фараонов покровительственное отношение к естественнонаучным и инженерным знаниям, не лишенным еще магического ореола.

Для объяснения парадоксального сочетания обеих упомянутых особенностей интеграции науки в эллинистический период может быть в какой-то мере привлечено влияние египетской традиции, на почве которой развивалась александрийская школа, поскольку и объединение теоретических знаний с прикладными было нередким в Египте: вспомним о вычислениях, производившихся при строительстве пирамид, о связи астрономических наблюдений с ирригационными работами, о связи между изобретением приемов инкубации птичьих яиц и развитием представлений об эпигенезе и т. д. Противоречивое сочетание преобладающей «внешней» интеграции и тенденции науки к развитию в автономный комплекс теоретических и практических знаний не могло быть более устойчивым, чем оказавшиеся в конечном счете эфемерными эллинистические монархии, покровительствовавшие науке. Между прикладным и теоретическим знанием римская культура, сменившая и впитавшая в себя эллинистическую, сделала выбор (и это имело свои веские социальные причины, как мы видели, рассматривая пропорции развития науки) в пользу прикладного, а между «нахождением научного объяснения» и «царским саном» — в пользу последнего, т. е. административно-управленческой сферы в широком смысле, что можно наглядно иллюстрировать словами Вергилия из «Энеиды»:

«Будут другие лить лучше живые кумиры из меди...

...опишут движение неба,

Все светила исчислят, их путь по небесному своду;

Ты же, о римлянин, помни, как должно править народом...

Всех покорных щадить и прощать и сражать непокорных».

В условиях унаследованного Римом от эллинистического мира примата «внешней» интеграции подобная программа, воспринятая (с заменой административной сферы на религиозную) и ранним средневековьем, означала отказ от теоретического естествознания. Начало перелома в сторону воссоздания фронта научных исследований относится лишь к VIII—IX вв., когда при Карле Великом во Франкском государстве, при Харуне аль-Рашиде в Багдадском халифате и при Македонской династии в Византии возникли научные кружки и центры. Их «придворный» характер (в этом отношении преемственность с эллинистическими музеями идет через «Лтенеум» императора Адриана) и относительная синхронность возникновения центров указывают на общность социальных факторов интеграции науки, продолжавших действовать по периферии бывшей Римской империи. Начиная с этого периода наблюдается почти непрерывный процесс, который в интересующем нас здесь аспекте может быть определен как постепенное возрастание значений интегративных параметров науки. В это время преимущественно в странах Средиземноморья, но также и в некотором отдалении от их кольца (Ирландия, славянские страны) начали складываться многоязычная (латынь, арабский, отчасти греческий языки), в какой-то мере и естественнонаучная литература (медицинская, календарно-астрономическая и т. д.) и некоторая ранняя форма межнационального сообщества ученых.

О факторах интеграции средневековой науки, в том числе таких, как развитие техники, путешествия, создание университетов, Ф. Энгельс писал, что по отношению к ним соответствующие структуры нового времени играют роль отрицания отрицания⁶. То, что диалектически отрицается, не нейтрально по отношению к следующей ступени прогресса, которая творчески перерабатывает достижения предыдущей, отрицаемой, стадии. Спад естественнонаучных исследований в период раннего средневековья подрывает идею прогресса саму по себе не в большей мере, чем, скажем, разрыв между открытием Менделя в 1865 г. и его усвоением научным сообществом в 1900 г. Средневековье не ассимилировало открытий античности, так как еще не могло оценить их пользы.

⁶ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 507.

Постепенное изживание социальных причин этой невозможности (среди них прежде всего надо назвать феодализм) привело к новому этапу интеграции науки, в который свой вклад внесли достигнутый в доренессансный период прогресс логики [214, 231, 264] и другие итоги развития (в средние века) интегративных параметров науки — информационных, но в немалой мере и организационных. Среди последних можно назвать повышенную роль специализировавшихся центров образованности и знания, возникавших сначала в рамках монастырей (например, ирландских или швейцарского Санкт-Галлена), орденов типа бенедиктинского, иногда при дворах, затем в виде университетов⁷, медицинских школ и т. д.

Последовательные стадии интеграции средневековой науки (после упоминавшегося «каролингского Ренессанса») связаны с деятельностью Герберта Аврилакского (папы Сильвестра II) в конце X в. (а на Востоке — со школами, основанными его современниками: Авиценной, Бируни, аль-Сузи)⁸, затем с мероприятиями Фридриха II Гогенштауфена в первой половине XIII в., которые можно назвать научно-организационными. В самом деле, он не только покровительствовал созданию университетов и других научных центров (например, зоологические наблюдения проводились по его поручению в его зверинце в Сицилии), но и стремился регламентировать

⁷ Этапы и структура интеграции средневековой университетской науки рассмотрены В. В. Бахтиным, показавшим, что «то, что нами именуется Университетом, складывалось из отдельных, разной величины, ячеек. Каждая такая ячейка состояла из учителя и его учеников. Связь между ними была прежде всего личной. Она соединяла их не только в безразличной встрече на лекции или диспуте, но захватывала всю жизнь. В начале XIII в. эти отношения будут закреплены в уставной формуле: „Никто не может быть студентом в Париже, кто не имеет определенного учителя“. В нашу эпоху (XIII в.— Б. С.) это еще свободная форма, в которую естественно отливается жизнь» [16, с. 215]. Об интеграции элементов образования этой эпохи в единую («унитарную») систему см.: [324, 365].

⁸ Роль для научного прогресса в средневековом арабо-мусульманском мире тех или иных организаций (орденского типа, тайных, «братьев чистоты» и др.) и вообще различных центров интеграции до настоящего времени специально не изучена, но во всяком случае она составляла, видимо, одно из существеннейших отличий этой стадии от архаической науки в том же регионе [118, с. 63—73].

статус различных связанных с наукой учреждений. Так, согласно его «Конституциям», салернская медицинская школа («Гиппократовская коллегия») стала главным авторитетом в вопросах медицины для всего королевства. При этом успехи в организационном плане, как мы уже не раз отмечали, сопровождались достижениями на информационном уровне, которые очевидны, если вспомнить деятельность Л. Фибоначчи, Ибн-Сабина, М. Скотта и других крупнейших ученых, работавших при дворе Фридриха II, да и некоторые труды самого императора, например трактат «Об искусстве охоты с птицами», явившийся существенной вехой в развитии средневековой биологии.

Если Сильвестр II был папой, а Фридрих II — императором, то это не означает, конечно, что папство или императорская власть, как таковые, были благоприятны для науки. Социально-культурные и экономические факторы, приведшие в новое время к принципиально более высокой ступени интеграции науки как структуры и как деятельности, подспудно и с необходимостью вызревали в недрах средневекового общества, но их спорадические проявления определялись нередко не поддающимися учету индивидуальными моментами. Если один папа, король и т. д. покровительствовал науке (впрочем, смешивая ее обычно с магией), то их преемники могли разрушить все создававшееся предшественником — впрочем, насколько это было в их власти, потому что уже в позднее средневековье научный прогресс приобретает беспрецедентную цепкость, и наука сохраняет параметры своей интеграции на информационном уровне (преемственность открытий, изобретений, методов) независимо от эфемерности экспериментов с интеграцией организационной. Множественность и разнообразие этих экспериментов представляют собой своеобразный интегративный параметр науки европейского средневековья.

Плюрализму в организации соответствовал плюрализм попыток интеграции на информационном уровне. Правда, внешне, по крайней мере до Реформации, господствовало единое мировоззрение в виде христианства в его римско-католической форме. Однако нельзя преувеличивать значение этого фактора, опираясь на те или иные принадлежащие средневековым авторам высказывания, в которых, конечно, нет недостатка. Страх перед обвине-

нием в ереси или колдовстве, господствовавший конформизм, разветвленная сеть доносчиков, возможность сожжения книги и ее автора, вообще весьма развитая пенитенциарная система, институционализированная в виде инквизиции и т. д. гораздо раньше и «совершеннее», чем наука, — всего этого достаточно, чтобы сделать ненадежным любое использование высказываний средневековых ученых как свидетельства об их взглядах в тех случаях, когда эти высказывания совпадают с официальной позицией. Явно противоречил ей, но играл значительную роль средневековый материализм [118], не ограниченный сферой разногласий в умозрении, но развивший ряд конкретных естественнонаучных программ, имеющих прямое отношение к последующим попыткам интеграции знания. Уже в комментариях Ибн-Рушда (Аверроэса) к Аристотелю выступает «универсальное значение концепции движения к заранее определяемой форме для учения о природе в целом» [114, с. 93]. От аверроистов XIII—XIV вв. с их материалистическими тенденциями к экспериментальному естествознанию XV—XVI вв. прослеживается прямая генетическая связь. Широко были представлены в интеллектуальном движении средневековья, особенно позднего, рационалистические мотивы, нашедшие в XIII в. выражение не только в философских, но и в естественнонаучных трудах, в частности в сочинениях Альберта Великого, Винсента Бове, Фомы Кантемпре и многих других.

Роль этих авторов, у которых естественнонаучные мотивы в различных сочетаниях перемешивались со схоластическими, для развития индуктивных и дедуктивных методов, оказавших (и продолжающих оказывать) интегрирующее воздействие на естествознание, уже достаточно освещена в литературе, начиная с работы Ф. А. Пуше [332].

В отношении специфики средневековых попыток интеграции необходимо подчеркнуть, однако, что намечаемые современными историками у авторов XIII—XIV вв. интегративные тенденции были еще слишком отрывочны и могут быть оценены поэтому лишь ретроспективно; в течение же самого средневекового периода единственной актуально выраженной формой интеграции знания была «энциклопедичность», представляющая собой «закон средневекового творчества. Готический собор со своими сот-

ними и тысячами статуй, барельефов и рисунков» был как бы энциклопедией, изображавшей «всю земную жизнь ее будничными заботами и повседневными трудами... всю историю человечества... ему соответствуют те многочисленные трактаты на латинском и народном языках, в стихах и в прозе, под названиями „Образа мира“, „Зеркала мира“, „Сокровищницы“ и проч., в которых грамотные люди могли найти исчерпывающие ответы на все вопросы... Только универсальное знание почиталось истинным знанием» [25, с. 2—3].

Как отмечают современные историки культуры, «стремление охватить мир как единство проходит через все средневековые суммы, энциклопедии и этимологии: они последовательно рассматривают все, начиная с бога, Библии и литургии, включая людей, зверей и растения и кончая кухонным делом и умением запрягать волов и пахать землю» [68, с. 52—53]. Для восточного средневековья можно упомянуть 50-томную энциклопедию, созданную в 982 г. «братьями чистоты» в Басре [118, с. 69—71], или энциклопедию типа средневековых «Сумм», написанную С. Фукаэ в Японии в начале X в. Общими для всех этих трудов были элемент фантастичности и преимущественно внешний подход к объединению знаний. Замена этого подхода в каких-то отношениях менее полной, но гораздо более реалистической интеграцией в ренессансном универсализме ознаменовала кардинальный сдвиг в картине мира и соответственно в интегративных параметрах науки.

Исходным пунктом для развития концепции естественного хода событий, определяющей средневековую картину мира, послужило выработанное в Древней Греции представление о внутренне присущем вещам стремлении к гармоничности, «естественности» расположения и строения. Такой принцип разумности и гармонии, представляющий прямое продолжение античного понимания рациональности в природе, находим в философии Августина (IV в.) и других авторов раннего средневековья. Однако недостаток конкретного естественнонаучного материала вел к невозможности использовать потенции этого представления хотя бы на эллинистическом уровне, и теологическая идея гармоничности природы как доказательства премудрости творца значительно больше подходила к композиции «Сокровищниц» и «Зерцал мира». Приблизительно к XIII в. соотношение между двумя этими представ-

лениями о «естественности» изменилось в связи с изменением их природы: возрожденная перипатетическая философия стала восприниматься в контексте усиления интереса к наблюдению и эксперименту, следовательно, в контексте накапливаемого (например, алхимией, медициной и т. д.) конкретного материала, а идея о гармонии природы преобразовалась в поиски математического или астрономического доказательства этой гармонии.

Обе эти тенденции нашли полное выражение и сблизились уже за пределами собственно средневекового периода, в эпоху Возрождения. Но средневековьем в лице Р. Бэкона этой эпохе были завещаны идеал «интегрированной науки» (*integritatis sapientiae*) и конкретный путь его осуществления через логику и практику индукции (работы Р. Гроссетесте, Ф. Брадвардина, В. Оккама и др.). С началом систематического экспериментального исследования псевдоинтегративность средневековой «энциклопедичной» картины мира была обречена. Для того чтобы она разрушилась, необходим был, однако, и внешний толчок, который привел бы к резкому расширению знаний о мире. Такой толчок был дан в XV в., причем сразу во многих направлениях: расширение мира, доступного для географического и астрономического наблюдения, переоткрытие греческих классиков, интенсифицированные контакты с Востоком — все это совершенно по-новому поставило проблему интеграции науки. Впрочем, называть происшедший в XV в. толчок «внешним» можно только в относительном смысле. Все названные факторы, если рассматривать их как постепенно или быстро углубляющиеся процессы, теснейшим образом связаны с параметрами самой науки, революция в которой была одной из сторон свершившегося в эпоху Возрождения переворота в материальных и духовных производительных силах общества.

§ 2. Интегративные параметры развития науки от эпохи Возрождения до «классического» периода

Начиная с XV—XVI вв. прогресс науки находит себе все более интенсивное выражение в появлении новых и углублении прежних характеристик интегративной структуры науки. Впервые осознается актуальное единство

теоретической и практической областей в рамках некоей универсальной сферы, которая и есть наука, причем единство это не только не противоречит относительно самостоятельному бытию теории, но и обуславливает его. Согласно удачно сформулированному тезису В. С. Библера, в процессе рассуждений о голландских бумажных мельницах (в переписке Декарта с Буагильбером), в размышлениях Сальвиати и Сагрето о венецианском арсенале («Диалоги» Галилея), в уроках, извлеченных механикой из мануфактурного производства, вообще в процессе рефлексии, уже к XVII в. выявившем противостояние и внутреннюю связь естественнонаучной теории и практики, «был „изобретен“ „Теоретик“ вообще как особая социально-логическая реальность, противопоставленная реальности „Практика“» [23, с. 70].

В отношении интеграции науки рассматриваемый здесь период выступает как целое в значительно большей мере, чем это имеет место (для того же времени) в отношении коммуникации или масштабов науки: модусы интеграции науки, как внешние, организационные (академии, лаборатории и т. д.), так и информационные, «внутринаучные» или мировоззренческие («ньютоно-линнеевская»⁹ картина мира), предвосхищенные эпохой Возрождения и сформировавшиеся в период Просвещения, в общих чертах сохраняли свою эффективность вплоть до начала XX в. Однако в начале XX в. на смену им пришли иные, «постклассические», модусы интеграции, связанные на информационном уровне с обновлением картины мира благодаря развитию квантовой физики, генетики и других принципиально новых подходов¹⁰, а на организационном — с резким возрастанием роли государственного фактора в научных исследованиях и с новой (принци-

⁹ Этот термин употреблен Энгельсом в связи с подчеркиванием общности в мышлении и картине мира в линнеевской систематизирующей биологии и в ньютоновской механике с ее абсолютизацией времени, пространства, тяготения и т. д. (см.: *Маркс К., Энгельс Ф.* Соч. 2-е изд., т. 20, с. 565).

¹⁰ Фактически это обновление началось еще ранее, в период, когда кризис ньютоно-линнеевской картины мира привел к первым успешным попыткам ее перестройки — к эволюционной теории Дарвина, электродинамике Максвелла — Лоренца и другим достижениям, нашедшим полное развитие и интегрированным в систему науки в целом уже в период НТР.

пимально различной в капиталистическом и социалистическом вариантах) ее трактовкой.

Таким образом, в той мере, в какой выраженность обновленных модусов интеграции науки вошла как существенный компонент в комплекс параметров НТР, можно сказать, что на интегративном уровне предпосылки НТР обнаруживаются несколько раньше, чем на масштабном и коммуникационном, и соответственно в периодизации граница между периодом, вынесенным в заголовок раздела, и периодом интегративных параметров НТР должна быть приблизительно на два десятилетия отодвинута в прошлое по сравнению с аналогичной границей для низших параметрических уровней.

Начиная с Возрождения естествознание приобретает характер гораздо более целостной, чем когда-либо и где-либо раньше, более способной к регенерации устойчивой системы. Соответственно на первый план выдвигается задача институционализации науки в присущих ей, и только ей формах. Бурное развитие капиталистических отношений вызывает к жизни частный сектор науки, формы интеграции в котором эволюционируют от более или менее спорадических и эфемерных центров (лабораторий, гербариев, обсерваторий и т. д.) XVII—XVIII вв. до стремительно распространившихся в конце XIX — начале XX в. лабораторий в промышленности (при крупных фирмах).

Формы «огосударствления» науки выступают в течение рассматриваемого периода преимущественно в виде академий (об этом см. подробнее: [106]). На данном этапе многоплановость интеграции выражается в появлении более или менее полной параметрической структуры данного (интегративного) уровня, приблизительно так же, как мы это видели для уровней масштабов, пропорций и коммуникации. С XV—XVI вв. группы интегративных параметров табл. 5 приобретают регулярность изменения и смысл, близкий к современному. Рассмотрение хода изменений этих параметров по отдельным группам, например по группам уровня *B*, связанным с интеграцией сообществ через лидерство или нормативы, в каждом случае требовало бы по меньшей мере специальной монографии. Поэтому мы остановимся лишь на наиболее существенных в методологическом отношении моментах параметрической структуры интегративного уровня естествознания в

повое время. К числу таких моментов относится, во-первых, возможность устанавливать соответствия между организационными и информационными структурами практически на всех уровнях инфорг-иерархии науки; например, сообщество дарвинистов, образовавшееся после работ Дарвина, было объединено теорией естественного отбора (первый, информационный, уровень инфорг-иерархии); оно состояло из убежденных дарвинистов (второй, неформально-организационный, уровень), очень быстро приступивших к созданию специальных лабораторий и институтов (третий, формальный, уровень).

Те же уровни прослеживаются и для соответствия сообществ и теорий (точнее, для тройного соответствия «теория — неформальное сообщество — формальное сообщество») и в прочих областях, например, применительно: к сообществу специалистов в области математического анализа, воспитанных на теории и методах дифференциального и интегрального исчисления; к физикам, объединенным электромагнитной теорией Дж. Максвелла; к структурным химикам, пользовавшимся концепцией Вант-Гоффа — Бутлерова. Для всех этих случаев соответствие может быть прослежено и в обратном порядке: институты и вообще формальные центры способствуют воспитанию кадров специалистов и их объединению также и в неформальные группы, которые развивают и уточняют основную теорию. В полной мере необходимость взаимосоответствия между сообществами и теориями открывается, таким образом, только тогда, когда мы рассматриваем его как проявление более общей закономерности соответствия между уровнями одной иерархии.

Во-вторых, для рассматриваемого здесь периода интегративные параметры науки впервые выступают уже вполне эксплицитно, как показатели научного прогресса. Эта общая тенденция связана, как мы уже отмечали, с преобразованием в то время самого общественного характера научной деятельности. Если ранее всеобщий характер труда лишь в какой-то мере предвосхищался цеховой деятельностью «полухудожественного работника средних веков»¹¹, то развившаяся в своих явных формах в период капитализма противоположность между трудом отчужденным и «действительно свободным трудом» (упо-

¹¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 46, ч. 2, с. 110.

требляя выражения К. Маркса) приводит к постулату, что этот последний (т. е. прежде всего труд в сфере науки и искусства) «имеет научный характер, что он вместе с тем представляет собой всеобщий труд, является напряжением человека не как определенным образом выдрессированной силы природы, а как такого субъекта, который выступает в процессе производства не в чисто природной, естественно сложившейся форме, а в виде деятельности, управляющей всеми силами природы»¹².

При этом «непосредственный труд» (рабочего и т. д.) с качественной стороны по мере развития капитализма постепенно «превращается в некоторый, хотя и необходимый, но второстепенный момент по отношению к всеобщему научному труду, по отношению к технологическому применению естествознания...»¹³.

Конкретных примеров возрастания значений параметра всеобщего характера труда, особенно начиная с XVII—XVIII вв., можно привести много, и из этих примеров легко видеть, что на интегративном уровне находят отражение не только явления роста масштаба науки, но и явления, связанные с уровнями пропорции и коммуникации (ускорение передачи полезной информации из теоретической сферы в прикладную и обратно). На первый план при этом выступает наука как деятельность. «Вся история науки... потому и выступает как действительно прогрессирующее движение, что предшествующие достижения человеческой деятельности не остаются навеки только используемыми последующей деятельностью в овеществленной форме, но получают новую жизнь в... распредмечивающей их деятельности» [14, с. 56].

Научная деятельность и ее всеобщая преемственность получают конкретно-производственное воплощение. Так, уже в первой половине XVIII в. химики энергично занимались поиском новых отбеливателей для тканей, пока Ф. Хаум не установил пригодность в этих целях серной кислоты; стоимость последней была резко снижена после нахождения Дж. Робакком в 1746 г. процесса производства серной кислоты в свинцовой камере. Дальнейшее усовершенствование было связано с открытием хлора К. Шееле в 1774 г. и с экспериментами К. Бертолле по обесцвечи-

¹² Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 46, ч. 2, с. 110.

¹³ Там же, с. 207—208.

ваний тканей хлором в 1785—1786 гг.; эту идею в 1787—1788 гг. в Англии восприняли и применили в промышленности П. Копланд и Дж. Уатт; и, наконец, «в 1798—1799 гг., после десяти лет дальнейших разработок на уровне, более близком к практике, Теннант и Макинтош получили окончательное решение задачи — отбеливающий порошок», и «таким образом наука позволила эффективно и быстро решить одну из проблем, возникших в текстильной промышленности» [121, с. 24—25].

В XVIII в. формируется такой интегративный параметр науки, как степень применения и эксплуатации науки в процессе капиталистического производства. «В XVIII веке открытия и прогресс в области математики, механики, химии, — пишет Маркс в «Экономической рукописи 1861—1863 годов», — происходили почти в одинаковой мере как в Англии, так и во Франции, в Швеции, в Германии... Но их капиталистическое применение в то время имело место лишь в Англии, так как только там экономические отношения были развиты настолько, что допускали эксплуатацию научного прогресса капиталом»¹⁴. После завершения промышленной революции карта мира (прежде всего Европы и Америки) стала представлять как бы сложную мозаику по отношению к данному параметру. К концу «классического» периода идея синтеза теории и практики была уже если не общим местом, то по крайней мере чем-то общепризнанным. Так, например, Л. Больцман в 1890 г. говорил по этому поводу: «Разве уже не проникнуты теорией все дисциплины практики, разве они не следуют за этой верной путеводной звездой? Формулы Кеплера и Лапласа не только предсказывают орбиты звезд на небе, но в соединении с вычислениями земного магнетизма Гаусса и Томсона указывают кораблям путь в океане. Колоссальное сооружение — Бруклинский мост, необозримо простирающийся в длину, и Эйфелева башня, беспредельно возвышающаяся к небу, покоятся не только на твердом фундаменте из чугуна, но еще и на более твердом — на теории упругости» [34, с. 55].

Взятая в плане результативности всеобщность как характеристика научного труда равносильна утверждению

¹⁴ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 47, с. 579.

прогресса как имманентного свойства науки. Отметим, что о прогрессе можно говорить также и в связи с иными видами человеческого бытия и сознания, например моралью, социальным строем. Однако только в науке *любое* изменение, если оно вообще имеет позитивный смысл, есть прогресс, т. е. приближает нас к истине того или иного масштаба. С общей историко-научной точки зрения прогресс как смена форм (и степеней выраженности) всеобщности научного труда находит представление в смене системных состояний в истории науки (см. гл. VI). Для анализируемой в настоящем разделе стадии проявление всеобщности научного труда ограничивается рамками противоречий капиталистического общества, соответственно и прогресс науки в известной мере разделяет те ограничения, которые накладываются на экономическое развитие при капитализме. Наука, поскольку она используется в производстве, выступает как момент основного капитала и присваивается частным, т. е. неадекватным ее всеобщности, способом. Поэтому для историка науки периода капитализма существенна связь экономического прогресса с органическим строением капитала, отмеченная, например, в 1889 г. русским экономистом Н. Д. Батюшковым. Он иллюстрировал конкретными примерами тезис о том, что «отличительный признак экономического прогресса есть возрастание отношения основного капитала человечества к оборотному» [с. 15, 94]. Хотя роль науки как ведущего фактора возрастания основного капитала и динамизации всего производства в полной мере проявилась только на этапе НТР, основы производственного функционирования науки (прежде всего естествознания) закладывались уже в течение рассматриваемого периода и стали в достаточной мере заметными в XIX в. Связь органического строения капитала с производительной функцией науки была объяснена Марксом. Он писал, что «развитие основного капитала является показателем того, до какой степени всеобщее общественное знание (Wissen, knowledge) превратилось в *непосредственную производительную силу*, и отсюда — показателем того, до какой степени условия самого общественного жизненного процесса подчинены контролю всеобщего интеллекта и преобразованы в соответствии с ним» ¹⁵.

¹⁵ Маркс К., Энгельс Ф., Соч. 2-е изд., т. 46, ч. 2, с. 215.

Начальные стадии развития параметра «степень превращения общественного знания в непосредственную производительную силу» находим не только в области инженерии и вообще практических применениях науки, но и в виде рефлексии, порожденной дилеммой, связанной с целями духовного производства: должно ли духовное производство моделироваться по образцу совместного труда в материальном производстве, или оно есть производство не какой-либо внешней продукции, но самого человека во все возрастающей полноте его творческих возможностей. Обе эти позиции (преодоление ограниченности которых также имеет место лишь на этапе НТР, когда совместность научного труда становится адекватной формой выражения его всеобщности¹⁶), нашли свое последовательное выражение в эпоху Возрождения. История этого вопроса достаточно исследована [21; 70, т. 1; 154, т. 1; 263, 305, 307]; добавим лишь, что линия раздела шла не между естествоиспытателями и гуманитариями, а между двумя позициями по вопросу о том, что же именно следует мыслить как продукт науки.

Позиция ранних представителей таких гуманитарных дисциплин, как лингвистика или археология, в этом плане практически неотличима от позиции естествоиспытателей. С окончанием эпохи ренессансного гуманизма как отдельной школы проблему того, в чем состоит итог науки, нельзя считать окончательно решенной. Эта же проблема встает и при обсуждении соотношения исследовательской и педагогической деятельности, в разногласиях по вопросу об интегрирующей роли единого (латинского) языка (Кеплер и Лейбниц выступали против отказа от латыни [154, т. 2, с. 46]), а также в спорах о том, ведет ли сам по себе рост информации, числа публикаций, патентов и т. д. к интеграции и дифференциации науки, т. е. в сущности о том, что является подлинной действительностью науки. Теоретически исход спора был предрешен с раннего (проторенессансного) периода, хотя практические (организа-

¹⁶ Соответственно отсутствие такой адекватности выступает как источник уже не только внутринаучных, но и социальных диспропорций. Справедливо отмечалось, что именно «научно-техническая революция превращает старинную, теневую антиномию «совместности» и «всеобщности» в коренной социальный конфликт века» [23, с. 243].

ционные) последствия решения ощущались (и ощущаются) далеко не всегда.

Суть дела в том, что первичной действительностью науки является не массив публикаций, не аппаратура и не формальные ячейки, а производство нового знания, замена блоков знания устаревшего блоками нового (зачастую более простого) знания, повышение самосогласованности и эффективности всего комплекса знания, соответствия этого комплекса изменяющимся условиям бытия и нормам мышления.

Производство нового знания может выступать с двоякой акцентировкой: либо на производстве знаний как продукции, либо на производстве человека и на его научно-духовном росте. Противоречие между этими двумя тенденциями не может быть преодолено в антагонистическом обществе, хотя исходные точки движения науки и научного знания к осуществлению его целостной (интегративной) природы исторически закладываются на стадиях капитализма. Маркс подчеркивал, что «культивирование всех свойств общественного человека и производство его как человека с возможно более богатыми свойствами и связями, а потому и потребностями,— производство человека как возможно более целостного и универсального продукта общества... являются условиями производства, основанного на капитале»¹⁷. В то же время капиталистическое присвоение науки накладывает принципиальные ограничения на эффективность производства «человека как человека» — этого специфического и в полном смысле духовного производства¹⁸.

Среди интегративных параметров особое место занимают показатели информационного плана, связанные с картиной мира и, в частности, с эволюцией идеи естественности, поскольку именно эти показатели наиболее спе-

¹⁷ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 46, ч. 1, с. 386.

¹⁸ Маркс отмечает связь внешних ограничений и искажений, накладываемых на совокупный труд при капитализме, с искусственным и отчужденным характером интеграции в научно-технологической сфере: совокупный труд «в такой же мере оказывается подчиненным чужой воле и чужой мысли и ею руководимым, имеющим свое *духовное единство* вне себя,— насколько в его материальном единстве он подчинен *предметному единству машин*, основного капитала, который как *одушевленное чудовище* объективирует научную мысль и фактически является объединяющим началом» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 46, ч. 1, с. 460).

цифичны среди параметров уровня, рассматриваемого в настоящей главе.

Исходным для картины мира в ренессансном естествознании было понимание естественнонаучных проблем, достигнутое поздним средневековьем (и обогащенное прямым соприкосновением с античными источниками), а также средневековое же представление о естественном ходе вещей, *cursus naturalis rerum*, как отражении трансцендентного плана и средстве его осуществления (восходящее к античным идеям о законе природы как о «божественном законе» у Зенона или «Зевсе» у Хрисиппа). Средневековые представления о естественности тесно связаны с символизмом мышления, о котором мы уже говорили ранее. Однако заметим, что уже Альберт Великий в своих минералогических сочинениях «выносит за скобки» символику и ставит целью изучение ближайших причин, а не первооснований. Преобразование картины мира в период Ренессанса характеризовалось стремлением вскрыть естественный, не осложненный каким-либо трансцендентным вмешательством или аллегоризацией ход вещей. В этом обнаружилась активность Возрождения в выборе той или иной традиции. Так, в «Естественной истории» Плиния, послужившей как бы завещанием античного естествознания новому времени, четко прослеживаются два весьма разных тезиса. Первый из них утверждает каузальную связь всех явлений, и в частности приспособленность организмов к условиям среды, а второй — антропоцентризм и соответственно структурную и функциональную приспособленность организмов к потребностям человека [331]. Средневековое естествознание, используя аппарат схоластики, развило все мыслимые последствия именно из второго тезиса. Возрождение же и Просвещение характеризовались конфронтацией (а не просто сосуществованием, как у Плиния) обоих тезисов, с решительной тенденцией к выбору первого, хотя и с частыми (например, в вольфовской интерпретации Лейбница) рецидивами второго.

Наряду с постепенным переходом естествознания на позиции причинного объяснения, с проторенессансной фазы и особенно с XVI—XVII вв. прослеживается тенденция к новому углублению представлений о детерминизме, к их синтезу с идеей естественности. Этот синтез нашел выражение в появлении различных «Естественных историй» как вида (а в XVI—XVII вв. даже преобладаю-

щего жанра) естественнонаучной литературы. «Естественная история птиц» П. Белона появилась в 1555 г., первое энтомологическое сочинение У. Альдрованди — в 1602 г., «История растений» Дж. Рея — в 1686 г. и т. д. Коперник, не знавший о законах инерции и тяготения, в своей гелиоцентрической картине исходил из идеи о нормальном, естественном характере кругового движения. Кеплер конкретизировал эту идею в виде естественной гармонии (между орбитами планет и правильными многогранниками). Далее Ньютон зафиксировал естественность в виде количественного закона, явившего высшую (для той эпохи) форму детерминизма. С победой ньютоновской парадигмы над ее последним конкурентом (картезианской теорией вихрей) параметр «интегрированность картины мира на базе идеи естественного закона» достиг максимального значения, допускаемого структурой науки того периода. Дальнейшее изменение этого параметра (до XX в.) заключалось в экстенсификации сферы его действия.

В то же время, хотя интегрирующая роль концепции Ньютона действительно была беспрецедентна, в отношении идеи естественности, как таковой (по содержанию, а не по форме ее выражения), она не сделала столь же большого шага вперед, поскольку все ньютоновские законы уже содержались в кеплеровской модели солнечной системы, и «в сущности... идея всемирного тяготения заменила поиски каузальных моделей систематикой» [114, с. 185].

В химии ньютоно-линнеевской картине мира соответствовала выдвинутая Г. Шталем в 1697 г. флогистонная теория. П. И. Вальден [41, ч. 3, с. 65] показал, что она представляла собой отражение методологии Ньютона «на образе мышления и на способах работы в химии». Теории Ньютона, Линнея, Штала и других ученых рассматриваемой эпохи стремились к элиминации всех объяснений, не удовлетворявших требованиям естественности в понимании эпохи Просвещения. Эти требования были обобщены Кантом, который, «введя в науку понятие о *естественном* (т. е. земном теле и таком же явлении) как об основном объекте естествознания, логически ограничил это понятие» [47, кн. 1, с. 70]. Через представления французских и английских просветителей о естественном правопорядке, естественной религии и т. д. представления о естественном и абсолютно рациональном ходе вещей стали играть инте-

грирующую роль и для значительно более широкой, чем естествознание, сферы. Отражение этого процесса находим у Гегеля, для которого «любая специфицированная форма идеи должна в некоторых точках своего развития повторять этот момент «естественности». Касаясь... содержания философии права, мы видим, что исходный пункт ее, «воля», выступает сначала как воля в ее бытийственном, непосредственном содержании, как *естественная*, или *непосредственная*, воля... Первая ступень «объективной нравственности» опять повторяет в себе этот момент естественности. Таково семейство — этот *непосредственный* или *естественный* нравственный дух. Наконец... государство, это воплощение объективного духа, выступает в его естественном, природно обусловленном бытии, как отдельный народ» [6, с. 118—119]. Если мы ограничимся материалом «естественных» в собственном и узком смысле наук, то мы должны отметить известное повышение роли униформизма, под которым следует понимать тенденцию обнаружения единообразных причин, управляющих событиями в разных регионах физического мира и во все геологические, астрономические и т. д. эпохи. В этом плане роль Линнея, упорно отстаивавшего единство классификационных принципов для биологии, минералогии, нозологии, антропологии и т. д., имела не меньшее мировоззренческое значение, чем концепция Ньютона. Реформа Линнея, непосредственно охватившая ботанику и зоологию, косвенным образом отразилась на стиле научного мышления всей эпохи благодаря тому, что она способствовала проведению четких границ, отразила и сконцентрировала в себе существенные параметры стиля научного мышления.

Хотя линнеевская биология и ньютоно-лапласовская физика выступали как внешне противоположные тенденции, они во многом дополняли друг друга, слагаясь в относительно интегрированную картину мира. В качестве существенного интегрирующего момента являлась при этом особенность мышления эпохи, нередко обозначаемая как «метафизичность». Противоречие между метафизическим образом действительности и реальной картиной, данной в опыте, не могло не ощущаться, и эффективным средством элиминации этого противоречия из классической картины мира были ссылки на первичные и необъяснимые первопринципы. Для дисциплин, находящихся под эгидой

линнеевского преломления метафизической картины мира, таким нерасчленимым далее постулатом, имевшим интегративное значение, была неизменяемость видов как элементов незыблемого творческого плана. Для дисциплин «ньютоновского варианта» — данность пространства и времени и тесно связанное с ней абсолютно непосредственное гравитационное взаимодействие.

В течение XIX — начала XX в. линнеевско-ньютоновская картина мира была до основания потрясена глубокими сдвигами в науке, связанными с новой и гораздо более принципиальной, чем когда-либо ранее, постановкой требования единства и естественности в объяснении мира. Униформизм, ограниченный теми или иными не подверженными проверке принципами, все меньше удовлетворял научное сообщество. Возникла настоятельная потребность в дальнейшей ревизии картины мира в сторону исключения из нее элементов трансцендентного объяснения. Среди причин, вызвавших столь заметное преобразование науки и научного мышления, были те, которые связаны как с внешними, так и с внутренними факторами развития науки. К внешним могут быть отнесены более или менее отдаленные последствия промышленной революции, сдвиги в социальном положении и структуре науки как института, а также усилившееся распространение материалистических тенденций в мышлении и мировоззрении эпохи. К внутренним факторам относится уровень знаний, достигнутый к середине XIX в. и позволивший отказаться от многих искусственных «подпорок», без которых не могло обойтись здание раннеклассической науки.

Для того чтобы естествознание смогло быть интегрировано на новой, неклассической основе, должна была быть осознана прежде всего ограниченность униформизма старой картины мира, и неявно входящие в нее вненаучные предпосылки должны были быть восприняты именно в качестве таковых. Подобно тому как в XVI—XVII вв. важнейшую роль для стиля мышления сыграли успехи биологической классификации и морфологии, так в первой половине и середине XIX в. интегрирующей для становления новых форм естественности мышления явилась роль геологических дисциплин (Ж. Кювье, Ч. Лайелль).

В частности, для появления учения Дарвина, которое сыграло столь несомненную интегрирующую роль в развитии биологии, необходимой подготовкой была разработка

исторической геологии (прежде всего Лайеллем) в духе актуализма и господства естественных причин в противоположность сверхъестественным и катастрофическим. Геология дала тот новый язык, новые масштабы времени, новое восприятие органического мира как целого (в себе и в единстве с абиотической средой), в общем весь тот контекст, в который уже непосредственно можно было вписать учение об эволюции как абсолютно естественном процессе.

Если обычно, говоря о том новом, что внес Дарвин, упоминают принцип отбора, то с точки зрения эволюции интегративных параметров науки особенно важна первая часть дарвиновского «биномиала» «естественный отбор»: «естественный» не только и не столько в узком противопоставлении «искусственному», т. е. сознательно проводимому человеком, но прежде всего в полном и глубоком смысле естественный, т. е. основанный на элементарных наблюдаемых явлениях, единообразный по структуре через все геологические эпохи (актуализм), самоосуществляемый и имманентно ведущий к повышению организации. После Дарвина (конечно, это не означает, что только под его воздействием) возросшие стандарты естественности объяснения в той или иной степени проникли во все отрасли естествознания.

Таким образом, сформировался параметр «степени связности теории», «уровня естественности объяснения». Вплоть до кризиса естествознания в конце XIX в., когда учение о естественном ходе событий выродилось в представление о тепловой смерти Вселенной, значения данного параметра и соответственно степень внутренней связности естественнонаучной картины мира возрастают. В астрономии в этом отношении важнейшими были концепции Канта — Лапласа и Гершеля, в биологических дисциплинах в этом сдвиге важную роль сыграл дарвинизм, но аналогичные процессы происходили и на других участках дисциплинарного спектра науки. Так, в области физических наук параллель к сдвигу в интегративных параметрах науки, к изменению, вызванному дарвинизмом, представляет перестройка физики, происшедшая под воздействием теории относительности. Подобно тому как Дарвин стремился построить биологию исключительно на данных опыта, отбросив линнеевские представления о постоянстве таксонов и их предустановленном взаимоотношении, Эйн-

Эйнштейн стремился перестроить физику с элиминацией идей абсолютного пространства и времени и мгновенного действия на расстоянии.

Не останавливаясь здесь на предшественниках Эйнштейна в этом отношении, т. е. на концепциях поля у М. Фарадея и Г. Герца, на теории Максвелла — Лоренца и т. д., отметим, что Эйнштейн считал общую теорию относительности «последним шагом в осуществлении программы теории поля», который «количественно мало меняет теорию Ньютона, но зато вводит глубокие качественные изменения» [215, с. 87].

Задачи интерпретации и выявления рационального зерна мировоззренческих концепций естествоиспытателей и философов рассматриваемого периода остаются актуальными и до настоящего времени, поскольку, несмотря на изменившуюся во многом ситуацию в области структуры научного знания, споры и контroversы предыдущего периода во многом еще не изжиты.

По-видимому, потребность в придании деятельности интегрированного характера присуща ученым, по крайней мере естествоиспытателям, по роду их профессиональных занятий. Можно высказать гипотезу, что для каждой стадии развития науки существует уровень общности научного знания, отвечающий этой психологической потребности; на данном уровне — обозначим его, например, как «критический уровень целостности знания» — научная деятельность приобретает «образцовый» для данной стадии развития науки вид. Приблизительно до XVIII в. научная деятельность, ограниченная дисциплинарными рамками, редко могла достичь критического уровня целостности. Соответственно «образцовой» была научная деятельность, принципиально переходящая границы любой отдельной дисциплины. С совершившимся в течение XIX в. понижением критического уровня целостности знания уже не наука в целом, а отдельные дисциплины или даже более мелкие структурные ее ячейки стали системами, способными абсорбировать в полной мере и интегративно творческий потенциал ученого.

Одной из первых исторически достоверных форм расположения (с целью преподавания) естественнонаучных знаний в некоторый целостный ряд был средневековый квадривиум, включавший арифметику, геометрию, математизированную теорию музыки и астрономию. Дальнейшая

тносящаяся уже к эпохе Возрождения тенденция роста интенсивности науки в соответствии со сказанным выше более дисциплинарном характере интеграции в эпоху Возрождения и Просвещения выразилась в появлении большого числа специальных трактатов как основной формы развития естественнонаучных дисциплин на данном этапе.

Однако этот процесс, соответствовавший интеграции на дисциплинарном уровне и вместе с тем дифференцировке науки, не представлял собой механического следствия из роста объема накапливаемой информации. Каждая жизнеспособная дисциплина выделялась из общего континуума науки лишь при условии наличия некоторого «центра кристаллизации», ядра будущей интегрированной области знания.

Сама по себе выраженность таких центров чрезвычайно характерна именно для науки нового времени и служит одним из ее интегративных параметров в информационном плане, а косвенным образом — через образование специализированных институтов, лабораторий, обсерваторий, ботанических садов и других фиксированных центров — и в организационном. Так, уже к середине XVI в. самостоятельными дисциплинами стали минералогия (работы Г. Агриколы) и кристаллография (К. Геснер), и в обоих случаях в основе появления какой-либо дисциплины лежало улавливание некоторого центрального феномена, чего-то постоянного среди изменчивости явлений. Для Агриколы роль такого феномена сыграло постоянство признаков металлов в составе разных минералов, для Геснера — постоянство углов в кристаллах. Последнее явление категорически отрицалось Чезальпино, который, однако, сыграл для своей дисциплины — ботаники — ту же роль, что Агрикола для минералогии и Геснер для кристаллографии, а именно выдвинул на первый план закономерность постоянства (в данном случае постоянства строения и числа членов цветка в разных группах растений), легшую в основу развития таксономии растений.

К XVII в. процесс интеграции естественнонаучных исследований через четкое оформление отдельных участков их фронта если далеко еще и не завершился, то по крайней мере стал восприниматься как нечто закономерное и должное. Важной формой интеграции стало образование ученых обществ. Дж. Пристли, крупнейший английский

химик XVIII в., в 1767 г. призывал философов, т. е. в тогдашнем словоупотреблении «естествоиспытателей», «подразделяться на группы и организовывать специализированные ячейки» [цит. по: 364, с. 172].

На этой стадии интеграция науки происходила все еще сравнительно медленно; одним из важных ее механизмов было, как и позднее, постоянное изменение пропорций науки и соотношений между дисциплинами, что давало иной раз непривычные с современной точки зрения комбинации. Например, ботаника, в позднейшее время структурно ничем не выделяющаяся из множества других дисциплин, в XVI и отчасти еще в XVII—XVIII вв. сыграла ощутимую роль интегрирующего центра для развития науки в целом. Ботанические сады, организованные в 1545 г. в Пизе, в 1547 г. в Падуе, в 1567 г. в Болонье и т. д., т. е. значительно раньше, чем Ураниенбург (астрономический центр Тихо Браге), были первыми научными учреждениями в более или менее современном смысле слова. Также и логический аппарат новой науки с ее строгим соподчинением понятий интегрировался в значительной мере на материале ботаники, о чем свидетельствует первая самостоятельная проработка категорий рода и вида в изданном в 1583 г. ботаническом трактате перипатетика А. Чезальпино.

Материал естествознания «предклассического» и «классического» периодов дает возможность проследить отмеченную выше связь между интеграцией науки и ее дифференцировкой на различных параметрических уровнях. Дифференциация науки вообще служит показателем ее интегрированности или по крайней мере сопровождается интеграционным процессом. Появление новой парадигмы резко активизирует внутренние ресурсы данной области, привлекает внимание к множеству ранее недооцененных потенциалов, выявляет новые ракурсы объекта этой области (дисциплины), а значит, и новые возможные предметы исследования. К тому же неперенным условием научной революции служит повышенная эффективность новой парадигмы по сравнению со старой, как в чисто теоретических, так и в практических применениях, что само по себе является интегрирующим моментом, ведущим к росту масштабов исследований и косвенным образом — к распадению «материнской» дисциплины (после достижения ею некоего «критического объема») на ряд

«дочерних» или на одну основную и ряд вспомогательных (ср. процессы интеграции и одновременно дифференциации в астрономии после Коперника или в биологии после Дарвина).

Особой подгруппой интегративных параметров науки служат показатели прочности связи (информационной и организационной) или вхождения отдельных научных дисциплин в систему науки как целого. По крайней мере для этапа современной научно-технической революции справедливо, что на науку как целое или как систему (что в данном случае одно и то же) может быть оказано воздействие только при условии успехов в ряде дисциплин, а для того чтобы воздействие стало прочным и необратимым, необходимо повышение общего уровня научных исследований; те или иные типы кривых роста научной дисциплины могут быть адекватно поняты только в контексте закономерностей роста, присущих данному этапу развития науки.

Исторически этот интегрированный характер дисциплинарной структуры науки проявился в том, что не наука возникла как результат сложения дисциплин, а напротив, дисциплины выделились из первоначально менее расчлененного комплекса знаний и «искусств». По мере интеграции науки усиливается обособленность дисциплин, но вместе с тем и их организационная и логическая интегрированность. Это обостряющееся противоречие находит выражение в антиномии открытости и закрытости научной дисциплины как системы. Дисциплина как «микрокосм» науки имеет тенденцию к профессиональной и предметной замкнутости; вместе с тем она не может функционировать без непрерывного притока, переработки и выдачи новой информации, т. е. без того, чтобы быть системой открытой. Очевидно, что степень выраженности открытого или замкнутого характера дисциплинарного строения науки также служит важным интегративным параметром.

На примере дифференциации науки подтверждается единство «внутренних» и «внешних» факторов ее развития. Относительно «удельного веса» последних указывалось, между прочим, на рост профессионализма в других сферах культуры, который «был одним из примечательных социальных изменений, происшедших в XIX столетии. Не только в рамках традиционных профессий развилось много подчиненных и вспомогательных профессий,

но был основан также ряд новых и несхожих с прежними. Чем ближе к концу XIX в., тем больше спорадические требования к специальной подготовке (иногда таких требований вовсе не было) и индивидуалистические условия допуска к профессиональной работе уступали место тщательно заранее определяемым нормам подготовки и профессионального поведения. Возможно, что рост профессионализма был неизбежен в условиях развивающейся политической демократии, с одной стороны, и быстрого подъема машинной и научно-технической оснащенности — с другой. Однако, хотя абсурдно было приписывать этот радикальный сдвиг самим по себе успехам чистой и прикладной науки, в равной мере нереалистично было бы предполагать, что наука как вид социальной деятельности каким бы то ни было образом могла бы избежать стремительного поветрия профессионализма» [251, с. 102].

§ 3. Параметры научной интеграции в период подготовки и развертывания современной научно-технической революции

На стадии НТР, как и в предыдущем периоде развития науки, целостность последней проявляется как на организационном, так и на информационном уровне. Целостность науки как общественного института или многоуровневой информационной системы является выражением единой функции науки как производства знаний.

Как писал М. Планк, «наука представляет собой внутренне единое целое... Существует непрерывная цепь от физики к химии, через биологию и антропологию к социальным наукам, цепь, которая ни в одном месте не может быть разорвана, разве лишь по произволу» [161, с. 183].

По мнению ряда авторов, интегрирующую функцию на современном этапе или во всяком случае в значительной степени играет физика, а начиная с 1960-х годов, кроме того, и молекулярная биология. Так или иначе, периодическое перераспределение интегративных функций между различными областями знания можно рассматривать как нормальное явление в истории естествознания. На определенном этапе, например, значительную интегрирующую роль сыграла квантовая электродинамика, из которой, как оказалось, «выводятся все известные электри-

ческие, механические и химические законы» [203, с. 48]. В организационном отношении во всех подобных случаях стремление превратить ведущую дисциплину в некоторый особый мир выражалось в массовом распространении научно-исследовательских институтов и научных школ. Ни внеинститутские лаборатории, ни университеты не могли при этом конкурировать с научно-исследовательскими институтами как наиболее свободными от педагогических задач, технологических разработок и т. д.

Это не означает, что научно-исследовательские институты превращаются в замкнутые системы, не дающие ни промышленно-практического, ни педагогически-кадрового выхода. Наоборот, относительная автономизация институтов создает оптимальные условия как для подготовки самых различных прикладных программ и проектов, так и для обучения аспирантов и стажеров. Одной из важнейших особенностей научно-исследовательского института как системы является его «автаркичность», основанная на наличии в нем всех подсистем обеспечения деятельности административного целого: финансовых, кадровых, хозяйственных и т. д.

Впрочем, между «современным» периодом науки, охватывающим приблизительно 1920—1970 гг., и «классическим» периодом вряд ли может быть проведена четкая граница. В свою очередь современный период также не представляет собой нераздельного целого, поскольку в нем выделяется специфический этап, связанный с научно-технической революцией [1950—1970 гг.].

Принципы вероятностного детерминизма являются прямым продолжением и развитием тенденции к абсолютно естественному объяснению, проявившейся в научной революции второй половины XIX — начала XX в. Эти принципы выполняют важную интегративную функцию в современном естествознании. Абсолютная причинность как принцип, не имеющий никакого дальнейшего обоснования, в конечном счете столь же мало мог удовлетворить научное сообщество XX в., как и ньютоновская концепция мгновенного дальнего действия.

Интегративная функция принципа вероятностного детерминизма, послужившая развитием просветительских и материалистических традиций науки нового времени¹⁹,

¹⁹ Дискуссия Бора с Эйнштейном в Принстоне в 1937 г. по вопросу о детерминизме в квантовой теории приняла форму «спо-

нашла себе выражение в методологическом аспекте таких концептов, как представление волн в качестве распространяющейся меры вероятности (Луи де Бройль), как волновое уравнение Шредингера, принцип неопределенности Гейзенберга и принцип дополнительности Бора. Дальнейшее углубление представлений о естественности на стадии НТР выразилось в том, что практически все естественнонаучные дисциплины в той или иной мере включили в свой концептуальный аппарат вероятностную причинность. Представляет интерес и до известной степени символично упорное отрицание этого принципа Эйнштейном и его наиболее «ортодоксальными» сторонниками. Что касается общей тенденции к стохастичности объяснений, она явилась торжеством той же интегративной линии в естественнонаучном мышлении, которая ранее привела к последовательному признанию связного и естественного, рационально детерминированного хода событий в теории эволюции и в объяснении наблюдаемой картины мира — геологической, астрономической или физической. Однако в проявлении этой тенденции на «квантовом» этапе было нечто новое, а именно более полный «отказ от стремления к наглядности».

Современная научно-техническая революция характеризуется высокими значениями параметров взаимодействия прикладных и фундаментальных дисциплин. Огромная литература, посвященная проблемам дифференциации и интеграции научных дисциплин в ходе научно-технической революции, позволяет нам не останавливаться на этом вопросе подробнее. Отметим лишь, что на смену универсалистской трактовки суммы дисциплин как континуума, распространенной в XVI—XVIII вв., и концепции специалиста, знающего «почти все о почти ничем», характерной для XIX — начала XX в., приходит новый тип универсализма, не тождественный ни старому универсализму, ни концепции абсолютной роли специалиста. Этот новый тип, в известной мере сочетающий положительные моменты обоих предшествовавших подходов, отражается и на дисциплинарном строении науки. Он заключен в перенесении центра тяжести на междисциплинарные проекты, выполняемые взаимодействующими специалистами, когда основ-

ра о том, чью сторону принял бы Спиноза, если бы он переживал вместе с нами современное развитие физики» [36, с. 429].

ной носитель или субъект научной работы все больше приобретает многосторонне интегрированный характер. Этот аспект интеграции нашел наиболее полное выражение в таких комплексных научных проектах, как космические исследования в СССР, США и других странах. Радиовая ассоциация в СССР в 1920-х, Администрация долины Теннесси в США в 1930-х годах, а также в таких международных программах, как Международный геофизический год, Проект верхней мантии Земли, Международные годы спокойного и активного Солнца, Гидрологическое десятилетие, различные антарктические и океанографические программы. Для современного комплексного проекта характерно не просто сосуществование или взаимодействие различных дисциплин, но и их взаимопроникновение, как бы слияние в единство на более высоком уровне. В каком-то смысле междисциплинарность комплексного проекта есть возвращение на новой базе к универсальности науки эпохи Возрождения. В настоящее время интегративные параметры комплексных, междисциплинарных групп исследований и разработок, служащих центрами интеграции как для ряда дисциплин, так и для ряда научных институтов, лабораторий, научных учреждений различных стран и т. д., привлекают к себе пристальное внимание.

Процесс интеграции науки ни в коем случае не означает обесценение ее низших уровней. В науке, как и в сложных системах многих иных типов, «эффект интеграции проявляется в том, что возникающая новая целостность обладает качественными признаками, которые отсутствовали у включенных в ее состав протомеров, но предопределяются их свойствами» [216, с. 113].

В дальнейшем определенное значение для эволюции прежних и появления новых параметров интеграции науки может иметь широкое внедрение ЭВМ в системы управления наукой. Давая возможность оптимизации многих из уже накопленных приемов организации науки, автоматические системы управления наукой в то же время ведут и к появлению многочисленных новых параметров науки и научной деятельности, связанных с полнотой загрузки ЭВМ, с выявлением особенностей сетевых графиков, с действием систем «человек — машина», с алгоритмической стороной информационно-вычислительных систем.

Таким образом, отправляясь от данной в табл. 5 классификации интегративных параметров развития науки, мы

констатируем, что в период НТР на информационном уровне условием роста интегрированности науки служат прежде всего параметры, определяющие прогресс наиболее общих предпосылок интеграции: рост методологической вооруженности науки, ее самостоятельности как способа мышления и деятельности, степень дифференциации знания (первый опорный уровень). На втором (дисциплинарном) опорном уровне выступает интегративная и системообразующая для науки роль отдельных отраслей и междисциплинарных сфер исследования.

Далее, интегрирующую роль играют и более дробные участки фронта исследований, связанные с научными направлениями или с отдельными открытиями и теориями, дающими образец для других участков исследования. В организационном плане перечисленным наиболее общим параметрам интеграции науки соответствуют, постепенно совершенствовавшиеся модусы ее институционализации и резко возросшая на этапе НТР мощность и устойчивость всего комплекса научных центров и обратных связей в управлении наукой; информационным дисциплинарным факторам — роль научных институтов и в ряде отношений противостоящих им университетов; интегративной функции научных направлений и открытий — степень развития сети лабораторий и исследовательских групп в качестве универсальных организационных ячеек науки.

Огромное значение среди параметров интеграции науки на этапе подготовки (первые три десятилетия XX в.) и развертывания (1940—1970 гг.) НТР получает рост значения методологической оснащенности, причем в пределах не только естественных наук, но и шире, если учитывать «могущественный ток к обществоведению от естествознания», который нашел выражение в науке XIX в. и «не менее, если не более, могущественным остался и для XX века»²⁰. Известно, что Лоренц признавал, что именно отсутствие философского подхода воспрепятствовало ему создать теорию относительности ранее Эйнштейна [122, с. 22—23].

Опыты объединения научных знаний на базе философско-методологических концепций не были чужды и XIX в., начиная с предпринимавшихся в начале этого века усилий для синтеза естествознания на базе идеалистической на-

²⁰ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 25, с. 41.

турфилософии. Развитие марксизма, поставившего цель творческой переработки достижений предшествовавшего развития естествознания (и вообще науки) и философии (в том числе и философии естествознания), привело к проникновению диалектико-материалистической методологии в сферу интеграции науки. Были вскрыты природа науки как социальной деятельности и структура научного труда как объединяющего в себе аспекты индивидуального, совместного и всеобщего (специфического для науки) труда.

По мнению М. Г. Чепикова [209, с. 60], именно возрастанию интеграционной роли диалектики в XX в. «мы обязаны тем, что во всех разделах естествознания прочно вошли в обиход такие понятия и принципы, как единство формы и содержания, непрерывности и дискретности, динамической и статической закономерностей... были разрешены противоречия между волновой и корпускулярной природой электрона, вероятностью и причинностью... свойствами индивидуального объекта и их синтетическими проявлениями». Роль марксизма как «всеобщего интегрирующего фактора, объединяющего и субординирующего в логико-методологическом мировоззренческом и идеологическом отношении всю науку в целом, всю систему научного знания» [183, с. 38; см. также: 201, с. 22], рассмотрена во многих работах [см., например, 3, 28, 99, 209].

Попытки дать программу интеграции знания предпринимались в XX в. и сторонниками различных идеалистических направлений, в том числе неопозитивизма, выдвинувшего лозунг «объединения» или «унификации» знания на основе математизированных логических предпосылок, якобы инвариантных к существованию или несуществованию объективного мира. Эти попытки оказались неудачными [210], что не относится, однако, к частнонаучным программам интеграции отдельных отраслей знания на базе аксиоматизации или вообще внедрения логических и математических методов в их междисциплинарной функции.

Соответствующие интегративные параметры (группа 3А табл. 5) приобретают все более актуальное значение для самых различных отраслей знания. Так, Н. Бор видит особую заслугу квантовой механики в том, что с помощью ее аппарата «достигнута подробная систематизация огромного количества экспериментальных данных о физических и химических свойствах материи» [36, с. 77], а также проложен путь к интеграции биологических знаний с фи-

зико-химическими. Очевидно возрастание конкретных интегративных возможностей квантово-механической картины мира по сравнению с программами «классического», в том числе и «позднеклассического», периода истории интегративных параметров, в частности с максвелловской программой изображения природы через системы дифференциальных уравнений. Критерий интегративности, с которым наука периода НТР сознательно или бессознательно подходит к оценке новых концепций, иллюстрируется тем, что гипотеза кварков, до настоящего времени экспериментально не подтвержденная, сохраняет свою привлекательность вследствие открываемых ею возможностей интеграции знания, поскольку с ее помощью все данные о сильновзаимодействующих частицах сводятся к состояниям кварков и антикварков.

Значительно более универсальные, чем когда-либо ранее (например, по сравнению с эрлангенской программой Ф. К. Клейна, охватившей лишь геометрию, причем нериманову), попытки реорганизации всего математического знания на основе логики и аксиоматического синтеза были предприняты Расселом и Уайтхедом [350] и затем коллективом французских математиков под псевдонимом «Н. Бурбаки».

В биологии интегративные тенденции, связанные с синтезирующей ролью генетики, а позднее молекулярной биологии, также все более выступают на первый план [216]. Дифференциация и специализация знаний, столь характерная для этапа НТР, дает дополнительный стимул для создания центров интеграции больших комплексов знания на отраслевом уровне. Но объединение знания в целом на основе какой-либо одной естественнонаучной теории (на что надеялись многие ученые «классического» периода) на новом этапе стало, по-видимому, невозможным, и это служит дополнительным указанием на возросшее интегративное значение межотраслевых теоретических исследований, в особенности методологического аспекта.

Помимо философии и общей (философской) методологии естествознания, вклад в дело интеграции науки на уровне как отдельных областей знания (группы параметров 3А и 3В табл. 5), так и науки в целом (группа 4А той же таблицы) вносят и другие общественные науки: можно вспомнить лингвистические программы исследования языка науки, психологию творчества, экономический

нализ научного прогресса и т. д. В качестве связующего звена между этими программами и математизацией (интегративная роль которой также имеет свои ограничения) выступают ставшие весьма актуальными в период НТР попытки синтеза конкретно-научного знания на базе теории систем и системного подхода, кибернетики и т. д., распространение которых является одним из существеннейших отличий науки на стадии НТР от «классической» стадии с ее тенденцией к замыканию (по крайней мере на частнонаучном уровне) каждой дисциплины в сфере своей специализации.

Важнейшую интегративную функцию в XX в. приобрела также история естествознания и техники. В этой сфере оживленная организационная деятельность развернулась в основном в XX в., особенно к его середине. Правда, первое «Общество по изучению истории естествознания» возникло в Лондоне еще в 1841 г., но просуществовало не более двух лет; следующая, более успешная попытка была предпринята только через 60 лет [352, с. 249]; имеется в виду основанное в Гамбурге К. Зудгоффом «Немецкое общество истории медицины и естествознания».

Дальнейшие десятилетия характеризуются с внешней стороны стремительным ростом историко-научной периодики, конгрессов, числа исследовательских центров, а с внутренней — возрастанием роли истории науки в налаживании междисциплинарных связей, в расширении исторического кругозора науки и углублении ее самосознания. Ко времени развертывания НТР специальность «историков науки» фиксируется наравне с профессиями «естествоиспытателей и ученых-гуманитариев» [352, с. IX].

Новые параметры всеобщности научно-технического труда прослеживаются на материале космических исследований, развитие которых во многих отношениях наиболее показательно и даже символично для современной науки. «Научная мысль выявляет в этом переживаемом нами *росте науки XX в., в этом социальном явлении истории человечества... планетный характер. Наука вскрывается нам в нем по-новому*» [47, ч. 2, с. 32]. В космических исследованиях всеобщий труд проявляется как принцип, синтезирующий различные (или даже все) области творческой активности человека, включая не только естествознание и технологию, но и искусство, литературу, философию, организационную деятельность. При этом

особенно рельефно выступает единство современных параметров интеграции науки с интегративными процессами в истории естествознания, техники и культуры. Труд, сыгравший решающую роль для антропогенеза,— это в конечном счете зародыш того труда, который привел в действие космические ракеты и радары. Исключительно комплексный характер космических проектов способствовал тому, что космические исследования стали одной из первых областей, где интегрированность знания и методов сочеталась с интегрированностью на организационном уровне и в международном плане. Безусловно, потенциалы, открываемые международным разделением труда перед прогрессом как в космических науках, так и во множестве других направлений, не только не исчерпаны, но скорее лишь начинают намечаться во всем объеме.

На уровне интегративных параметров, пожалуй, еще более, чем на коммуникационном или масштабном, сказывается несоответствие уровня развития, достигнутого наукой в период НТР, и ее частнокапиталистического присвоения. Н. Винер, крупнейший деятель в области интеграции науки на базе кибернетических методов, констатирует: «Думаю, что, родись я в теперешнюю эпоху умственного феодализма, мне удалось бы достичь немногого. Я от всего сердца жалею современных молодых ученых, многие из которых обречены служить интеллектуальными лакеями или табельщиками» [49, с. 343]. Факторы, связанные с милитаризацией науки, с секретностью, с бюрократической организацией научного труда²¹, также тормозят процессы интеграции науки. Интеграция, протекающая в сфере науки в эпоху НТР, в капиталистических странах осложняется резкими противоречиями между державами, классовым антагонизмом и факторами, связанными с нестабильностью экономики [80].

²¹ «Многие современные американские ученые работают в правительственных лабораториях, где секретность — обычный порядок вещей... и в правительственных, и в больших промышленных лабораториях настолько хорошо понимают, какую ценность представляют ученые, что их заставляют отчитываться в каждой минуте, которую они тратят на исследовательскую работу. Отпуска сокращены до ничтожного минимума, но зато всемерно поощряются консультации, доклады и посещения других предприятий; при такой системе ученых... просто не имеет досуга, чтобы вынашивать свои собственные идеи... научная карьера начала привлекать людей, думающих прежде всего о деньгах» [49, с. 344—345].

В глобальном масштабе важной предпосылкой быстрого роста параметров международной научной интеграции, столь существенных также и на коммуникационном и масштабном уровнях науки, является здоровый климат международного научного общения, повышения роли государства и межгосударственных координирующих центров в развитии науки в различных странах, сохранение гибкости руководства и обеспечение свободы выбора направлений исследования как на индивидуальном, так и на дисциплинарном уровнях. Эти условия и предпосылки, совершенно необходимые, в частности, для создания высокоинтегрированных естественнонаучных комплексов в развивающихся странах, в наиболее четкой и разработанной форме содержатся в научной политике социалистических стран. Рост параметров интеграции науки СССР в науку всех стран социалистического содружества и в мировой науке в целом виден из приводимых М. Г. Чепиковым [209, с. 224—225] цифр: к 1974 г. в рамках СЭВ было создано уже 37 координационных центров по научно-техническому сотрудничеству, из них 18 — в СССР; в 1973 г. около 1600 институтов в СССР и других странах СЭВ участвовали в согласованной разработке более 2000 научно-технических заданий; за 1960-е — начало 1970-х годов СССР стал членом почти 170 международных научных организаций. Главное, однако, не в отдельных цифрах, а в том, что в условиях развитого социалистического общества интеграция в науку является одной из предпосылок интеграции в сфере производства. По своей структурированности, по степени превращения науки в непосредственную производительную силу социалистического общества и по другим параметрам модель интеграции науки, сложившаяся в СССР и других социалистических странах, выступает естественным продолжением тех интегративных тенденций, которые сложились в науке на протяжении всей ее истории. В то же время эта модель указывает пути коренных преобразований в системе организации науки, которые позволяют полностью поставить ресурсы научно-технического творчества на службу задачам экономического и культурного прогресса.

СМЕНА СИСТЕМНЫХ СОСТОЯНИЙ В ИСТОРИИ НАУКИ

Организация науки, ее взаимодействие с другими областями культуры, направленность исследований неоднократно менялись в ходе истории науки. Во всех этих сменах, как было показано в предшествовавших главах, сохранялись некоторые особенности науки, как таковой, позволяющие нам говорить о *науке* разных эпох, общественных формаций и т. д. Эти сохраняемые особенности не сводятся к тому тривиальному факту, что наука везде и всюду представляет собой познавательную деятельность: напротив, как мы видели, в организацию и функционирование науки вовлечены более сложные структуры, относительная устойчивость которых создает возможность реального единства науки в синхроническом плане и реальную преемственность в диахроническом плане. Условием последней является выделение в процессе развития науки относительно обособленных стадий, специфичных на всех уровнях параметрической структуры.

Поэтому для того чтобы анализ эволюции структурных аспектов науки мог дать целостную картину истории научного прогресса, он должен быть дополнен попыткой синтеза или реконструкции последовательных фаз развития науки, каждая из которых в свою очередь представляет собой целостность определенного порядка, входящую как необходимый момент, с одной стороны, в исковую диахроническую картину развития науки, а с другой — в конкретную синхроническую социальную общность. Как момент такой общности, любая фаза развития науки и все крупномасштабные сдвиги в ней в той или иной мере отражают динамику жизни общества. Изучение фаз эволюции науки как узловых или конкретно-целостных образований представляет собой важный с точки зрения системно-структурного подхода момент науковедческого

исследования — момент синтеза, естественным образом дополняющего аналитическое рассмотрение по группам параметров.

Уже прослеженное нами по отдельным параметрическим уровням развитие науки явствует, что периоды резких сдвигов в значениях ведущих параметров на протяжении ее истории сменялись периодами относительной стабилизации, выравнивания тенденций роста и развития. Обращаясь к приведенной выше периодизации истории науки, находим, что архаическая (доинституциональная, догреческая) стадия, поздняя (эллинистическая) фаза греко-эллинистической стадии, римско-средневековая и «классическая» стадии представляли собой периоды относительно стабильные, характеризовавшиеся постепенным ростом объема знаний, установившимися пропорциями науки и коммуникационными сетями. Наоборот, ранняя (собственно греческая) фаза греко-эллинистической стадии, эпоха Возрождения и эпоха НТР представляют собой периоды не только особенно интенсивного накопления информации, но и стремительных сдвигов в установившихся пропорциях науки, в формах коммуникации, а также в интегративных показателях информационного и организационного уровня.

Процесс смены системных состояний в истории науки может изучаться под различными углами зрения, и рассмотрение эволюции масштабных, коммуникационных и интегративных показателей в сущности дает пример трехкратной (или четырехкратной, если считать и пропорции) смены угла зрения при изучении упомянутого процесса, пример его проекции на «эпюры», соответствующие выбранным координатам науки. В плане, допустим, идеального образа ученого смена тех же архаической, греко-эллинистической, римско-средневековой, «классической» и современной (НТР) фаз науки соответствует переходу от представления о носителе знания как о маге к идеалу мудреца, затем ритора или схоласта, гуманиста-универсала, профессионала «частичного» типа и, наконец, к формирующемуся (но не установившемуся в соответствии с динамичным и развивающимся характером данной фазы) типу комплексного или междисциплинарного специалиста. Возможны, конечно, и другие координаты разложения реального целостного процесса, поскольку точки зрения в историко-научоведческом исследовании

неисчерпаемы. Требованию же выделения дискретных системных состояний науки наиболее отвечает критерий институционализации, позволяющий обособить архаическую фазу, в которой отсутствовала институционализация; позднеархаический этап, где институционализация проявлялась в рамках чуждых науке религиозных и административно-бюрократических структур; греко-эллинистическую и римско-средневековую фазу, в которой институционализация обнаружилась в сообществах, объединявших естественнонаучную направленность исследований с философской и представленными обширной гаммой образований, начиная от материалистических в основе школ типа сада Эпикура или общины «братьев чистоты» («ихван ас-сафа», X в. н. э.) и кончая многочисленными идеалистическими философскими школами и религиозными сообществами. Возрождение и сменивший его «классический» период (включая эпоху Просвещения и XIX — начало XX в.) характеризуются становлением самостоятельной институционализации науки, прежде всего естествознания, в университетско-академических формах. Наконец, современное системное состояние науки (период НТР) связано с новыми, присущими только этому этапу комплексными проектами и государственной организацией науки наряду с продолжающимся развитием и университетско-академических форм, а также попытками в капиталистических странах приспособить к новым условиям частнокапиталистические способы организации и присвоения науки.

Определенную ценность для выявления специфики системных состояний науки представляют опыты культурологического анализа, учитывающего связь цивилизаций с факторами географической среды. Например, в классификации Л. И. Мечникова [131] выделяются периоды преобладающей роли рек (архаическая стадия), морей (Средиземного — для греко-эллинистической фазы; Средиземного и Северного, Балтийского, Немецкого — для римско-средневековой), океанов и соответственно речного, морского, океанского транспорта и путей сообщений в формировании типов культуры, науки и техники. Мечников сделал попытку сопоставить трем упомянутым фазам цивилизации три стадии кооперации в труде, а именно стадию принуждения, общественного разделения труда и «свободной сознательной кооперации».

Основной недостаток его концепции состоит в допущении единственной возможности объединения в труде — простой кооперации, что закрывает путь к истолкованию научного прогресса в качестве результата и проявления всеобщего труда.

Сложность связей между системным состоянием науки и социально-экономическим базисом общества проявляется в том, что одной и той же формации могут соответствовать различные варианты науки (например, отсутствие теоретического естествознания в Риме и его прогресс в эллинистических монархиях), и наоборот, сходная в общих чертах структура науки может наблюдаться в обществах с весьма различным укладом (например, общность университетской и академической организации науки на рубеже XIX и XX вв. в странах Западной Европы, в России и Японии). Здесь, как и при анализе других сфер культуры, необходим учет того, что общий базис, как писал К. Маркс, «благодаря бесконечно разнообразным эмпирическим обстоятельствам, естественным условиям, расовым отношениям... может обнаруживать в своем проявлении бесконечные вариации и градации, которые возможно понять лишь при помощи анализа этих эмпирически данных обстоятельств»¹.

Реконструируя более или менее синтетическую картину смены системных состояний, рассмотрим структуру комплекса этих факторов. Действие некоторых из них наиболее заметно на архаической стадии. В самом деле, и в структурном плане этот «архаический», или, если угодно, «примитивный», пласт факторов (таких, например, как географическая среда, язык или время обитания на данной территории), показывает, что архаическая наука представляет собой как бы естественное введение к более развитым стадиям.

§ 1. Системное состояние науки в архаический период

В плане изучения системности науки детерминанты научного прогресса выступают как системообразующие факторы, а их набор — как эпистемогенная матрица. Системное состояние науки может рассматриваться как

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 25, ч. 2, с. 354.

исторический вариант ее структуры, точнее, системности, поскольку этот последний термин по своему значению шире, чем термин «структура».

Сосуществование большого числа внешних и внутренних факторов развития науки не означает их одинаковой важности, поскольку развитие науки обусловлено потребностями общества, социальной практикой, то можно сказать, что социальный фактор в целом доминирует, хотя для отдельных отраслей науки и на отдельных исторических ее отрезках это доминирование может и не выступать явно. Множество системообразующих факторов науки является не гомогенным, но структурированным. В нем могут быть выделены уровни, которые до известной степени аналогичны антропологическому, культурологическому и социально-экономическому уровням параметрической структуры самой науки. А именно выделяется, во-первых, уровень наиболее элементарных факторов, в той или иной мере неизменно и постоянно действующих (обычно в одном и том же направлении, хотя и с весьма различной на разных стадиях интенсивностью) на протяжении всей истории науки. Это прежде всего пространственно-временные в широком смысле слова факторы, в том числе географические. В настоящее время уже совершенно ясно, что географический фактор не является первичным в развитии науки, как это считали Л. И. Мечников, Э. Реклю, Э. Симпл, Э. Хантингтон и др. Роль географических и вообще элементарных факторов выше всего на архаической стадии, где их воздействие более непосредственно. «Чем дальше мы идем в глубь истории человека, тем больше его зависимость от окружающих природных условий, которые он должен принимать и к которым он должен приспосабливаться, почти не имея возможности эти условия изменить. Постепенно человек не только освобождается от полной зависимости от природы, но и начинает сам влиять на природу. Это в большей мере проявилось в период классовых обществ» [147, с. 92]. Аналогичное можно сказать и относительно тех пространственно-временных факторов, которые не являются собственно географическими, а скорее антропологическими. К ним относятся факторы, связанные с языком, расой, семейной структурой, ростом населения, этногенезом, длительностью оседлой жизни. Роль этих факторов в каждой данной этнической общно-

ли обнаруживается преимущественно в форме соотношений, таких, как отставание (или опережение) в урбанизации, относительное ускорение (или замедление) этнической консолидации. Эта группа факторов образует их второй (частичный) уровень. В-третьих, можно выделить уровень системообразующих факторов, соответствующий коммуникационному уровню параметрической структуры и включающий факторы, связанные с коммуникационными процессами в культуре, с эпистемогенным воздействием различных форм общественного сознания. Наконец, интегративному параметрическому уровню соответствует социально-экономический (четвертый) уровень системообразующих факторов.

Поскольку элементарные, «антропологические» моменты генезиса знания играют важную роль на архаической стадии, то можно предположить, что среди них следует искать причину быстрого и стабильного перехода некоторых обществ от «варварства» к «цивилизации», в плане же эпистемогенном — от раннеархаической к позднеархаической науке. К. Маркс считал очевидным, что для исторического развития *«исходный пункт, естественно, — природная определенность... племена, расы и т. д.»*². В контексте нашего рассмотрения «природная определенность» разлагается на множество факторов первого (элементарного, антропологического) уровня эпистемогенной матрицы, а проблема первичного генезиса всей цепи системных состояний науки совпадает с вопросом о факторах перехода от раннеархаической к позднеархаической науке, поскольку именно в последней становятся различимы исходные черты исследовательской установки. Хронологически этот переход совпадает с энеолитом, или (шире) с переходом от неолита к бронзовому веку, хотя нередко (например, у кочевников) и в эпоху бронзы естественнонаучные представления сохраняют раннеархаический характер.

Становление позднеархаической науки протекало независимо, хотя и разновременно, в целом ряде регионов

² Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 12, с. 736. Ф. Энгельс подчеркивал, что в ряде случаев, например, при сравнении общественного развития народов Старого и Нового света на стадии варварства, специфицирующим фактором является «различие в природных условиях», т. е. та же природная определенность (там же, т. 21, с. 30).

(Месопотамия, Египет, Древняя Индия и Древний Китай, цивилизации ацтеков, инков). Все это говорит о том, что здесь действовали общие факторы достаточно универсального характера, что человеческий труд при определенных условиях приобретает характер всеобщности, выражающийся в накоплении фонда примитивных знаний. Для более поздних системных состояний науки, в особенности для греко-эллинистического, ренессансного и позднейших ее типов, подобная «полифилетичность» уже менее характерна. Если в самом факте накопления знаний проявляется повсеместная тенденция к выделению всеобщих форм труда в особый вид деятельности, то разновременность появления и разномасштабность позднеархаической науки (в особенности же присутствие или отсутствие в центрах ее развития направленности к более высокому системному состоянию) указывает на наличие некоторого специфицирующего агента или комплекса таких агентов. Вряд ли, однако, для этой ранней фазы науки, еще не дифференцированной ни внутри себя, ни от других форм общественного сознания, можно указать такие системообразующие факторы, которые бы одновременно не проявлялись и в других сферах культуры.

Из рассмотрения эволюции объема и пропорций знания, процессов коммуникации и интеграции на их ранних стадиях мы видели, что успехи в накоплении знаний сопровождаются здесь развитием товарно-денежных отношений, торговли, мореплавания, вообще с прогрессом производительных сил. Вопрос о том, чем вызвана динамизация этих последних, а также всей системы общественных отношений в одних культурах по сравнению с другими, не может быть решен на основе гипотезы «большей одаренности» отдельных народов по сравнению с другими. Эта точка зрения должна быть с самого начала отвергнута как ненаучная. Что касается географической среды, она играет определенную роль, связанную с действием факторов первого из трех выделенных нами выше уровней — единственного, компоненты которого имеют «природную определенность» и частично лежат за пределами или «ниже» уже возникшей социальности. Мы имеем в виду именно специфицирующую (т. е. вносящую существенные оттенки) роль, а не детерминативную функцию как источник движения, прогресса, поскольку эта функция с самого начала истории объективно скла-

ывалась в сфере материального и духовного производства.

В свете сказанного мы можем сформулировать гипотезу, что роль «спускового крючка» в процессе перехода от раннеархаической к позднеархаической науке сыграли системообразующие факторы второго из четырех перечисленных «частичного уровня», и прежде всего фактор времени. Фактор, послуживший «затравкой», дифференциацией культур, очевидно, должен удовлетворять условиям простоты, общераспространенности, универсальности, дифференцированного действия для различных центров цивилизации в смысле влияния на их прогресс. В этом плане фактор времени, конкретно выступающий в виде длительности устойчивого оседлого пребывания данной культуры на данной территории, видимо, в наибольшей мере удовлетворяет этим условиям. Рассматривая его, мы будем исходить из нескольких тезисов, которые нельзя считать самоочевидными или полностью общепризнанными, но которые обладают достаточной вероятностью, а в совокупности позволяют реконструировать некоторые существенные черты первичного генезиса естественнонаучного прогресса.

К этим тезисам относится прежде всего предположение о монофилетизме человечества, т. е. о происхождении вида *Homo sapiens* от некоторой популяции (или комплекса взаимодействовавших популяций) в районе, локализованном скорее всего где-то в пределах Передней Азии и примыкающих к ней участках Северо-Восточной Африки и Юго-Восточной Европы [147, с. 104—107]. Присредиземноморский моногенизм человека подтверждается данными антропологии и биологии (сосредоточение в этом районе древнейших очагов domestikации растений и животных), этнографии и лингвистики [367], первобытной истории. Хотя моногенизм не может считаться в полном смысле доказанным, он достаточен для проведения вероятностных рассуждений, выводом из которых является представление об ускоренном развитии эпистемогенных факторов в архаическую эпоху в переднеазиатском, а в античную (и отчасти позже) — в средиземноморско-европейском регионах (преимущество в развитии культуры этих регионов настолько тесно — см., например, [107], что они могут в сущности рассматриваться как единый историко-географический регион).

В свою очередь соответствие этого вывода эмпирически наблюдаемой в истории картине косвенно верифицирует наши исходные тезисы. Вторым из них, тесно связанным с первым, но опирающимся уже в основном на археологический материал, служит бóльшая древность оседлой и в особенности городской жизни в том же переднеазиатском регионе по сравнению с другими центрами цивилизации. Согласно синхронистическим таблицам [56, с. 688—691], распространение ирригационного земледелия и начало письменности в Двуречье и в долине Нила относится к IV тысячелетию до н. э., между тем как древнейшая индийская культура Хараппы — к III—II тысячелетиям, а для Китая этого периода характерны охота и собирательство (культура Яншао, приблизительно до 2000 г. до н. э. — там же, с. 232), письменность же в Китае была изобретена около середины II тысячелетия. Со времени публикации этих таблиц изменения, внесенные новыми археологическими находками, в основном сводятся к доказательству еще большей древности месопотамско-нильских культур. Датировки много раз смещались и, безусловно, еще будут уточняться, но можно считать установленным, что распространенное в прошлом веке мнение о гораздо большей древности и исконности цивилизаций Южной и Восточной Азии по сравнению с переднеазиатскими и египетской было ошибочно. Более современные данные говорят о том, что наиболее примитивные дохараппские города в Индии существовали в XXVII—XXVI вв. до н. э., в то время как Египет в эту пору уже имел длительную урбанистическую историю; в нем строились пирамиды до 146 м высотой (Хеопса, Хефрена, Микерина). Города хараппской культуры датируются лишь XXI—XX вв. до н. э., а первые города на территории Китая — III — началом II тысячелетия до н. э. [89, с. 10—11]. Многими современными исследователями допускается возникновение в Юго-Западной Азии древнейшего в мире очага примитивного земледелия в виде натуфийской культуры (X тысячелетие до н. э.). Во всяком случае «в Месопотамии существовала историческая и культурная преемственность между примитивным земледелием племен, использовавших горные ручьи в VII—VI тысячелетиях до н. э. (Хассуна, Джармо), лиманным земледелием на берегах среднего Тигра VI тысячелетия до н. э. и культурой убейдских оседлых

земледельцев, а также скотоводов и рыболовов V тысячелетия до н. э. на дельтовых протоках Южной Месопотамии, где в конце IV тысячелетия до н. э. складывается городская цивилизация Урука» [7, с. 122]. Что касается цивилизаций Нового Света и Африки южнее Сахары, в них возникновение оседлой жизни датируется не ранее 3500 г. до н. э., а зарождение городов — I—VII вв. до н. э. [7, с. 126—129]. Повторяем, что главное не в абсолютных датировках, а в относительных, позволяющих утверждать, что зона антропогенеза долгое время оставалась и зоной наиболее ускоренного прогресса, связанного с развитием городов, т. е. с наибольшим разделением материального и духовного труда³ и в конечном счете с генезисом науки.

Третьим тезисом, исходным в понимании системообразующей роли фактора времени на стадии генезиса позднеархаической науки, служит предположение, что возникновению первичных элементов научного знания более способствовал оседлый образ жизни, чем кочевой. Следует отметить, что этот тезис ставился под сомнение в силу данных, говорящих о культурной продвинутости кочевых народов [67]. Не имея здесь возможности войти в более подробное обоснование, подчеркнем лишь явную историческую связь с оседлыми (точнее, городскими⁴) цивилизациями если не всех основных завоеваний культуры, то по крайней мере тех, с которыми сопряжен генезис естествознания.

Рациональное зерно культурогенной роли миграций заключено в динамизирующем влиянии подвижности населения на культурную сферу. Дело в том, однако, что это влияние в полной мере плодотворно только на фоне уже установившейся оседлости населения. Науке, по крайней мере уже на ее позднеархаической фазе, для успешного развития необходимы как длительная осед-

³ См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 3, с. 49.

⁴ «Бронзовый век... 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, начиная от цифр, письменности, торговли, лежавших 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» [21, с. 42].

люсть населения, так и обмен идеями с другими культурными центрами. Древнейшим средством этого обмена являлись миграции; путешествия возникли позднее, коммуникация (рукописный обмен), обмен идеями без обязательного обмена их носителями — еще позднее. Для архаической науки, находившейся в процессе становления, важнейшую роль, видимо, играли не миграция и не оседлость сами по себе, но синтез этих двух фактов.

Наиболее древние из миграций, сыгравших решающую эпистемогенную роль, прослеживаются в ближневосточном регионе, где «культуры Шумера и Египта были древнейшими классовыми культурами в мире» [107, с. 428] и где по крайней мере с V тысячелетия до н. э. имел место непрерывный процесс перемешивания и взаимовлияния многочисленных культурных элементов, в том числе шумерских, ассирийских, хеттолувийских, хурритских, египетских, арамейских, угаритских и многих других. В этом же регионе в результате интенсивного взаимодействия соответствующих терминологических систем, способов выражения и т. д. наглядно представлен другой из ранних системообразующих факторов «элементарного уровня» становления науки — язык⁵. Помимо своей прямой эпистемогенной роли, миграции и общение различных этнических групп способствовали также развитию товарно-денежных отношений, мореплавания, вовлечению новых народов и территорий в сферу культурного обмена, т. е. хотя и косвенно, но накоплению естественно-научных знаний.

Как мы говорили, в силу неотдифференцированности науки от общего культурного комплекса на архаической стадии, в качестве системообразующих ее факторов выступают и факторы из других сфер культуры, прежде всего строительства городов, транспорта, сухопутного и в особенности морского, наиболее грузоподъемного, мо-

⁵ О роли языка в происхождении знания и всеобщего труда см.: [21, с. 43—44, 47—48, 51—52]. Начиная со стадий, на которых мы впервые находим осуществление духовного производства через общественное разделение труда в условиях антагонистического общества, «законы познания действуют... через законы процесса, отличного от него самого, через другой процесс, а именно через языковую деятельность, так что последняя как бы берет на себя утерянные процессом мышления функции саморегуляции, подчиняет его своему принудительному контролю и властвует над ним, как внешняя сила» [14, с. 59].

бильного, позволившего человеку столкнуться со сложными природными и природно-социальными комплексами. Эффективное использование морского транспорта уже на этой стадии требовало знания течений, муссонной и пассатной циркуляции, элементов судостроения и судовождения, средств лова и вооружения, ориентировки по звездам. Несомненно, что включенность в столь сложный комплекс стимулировала способность к наблюдению, инициативность, установку на исследование. Не подлежит сомнению и колоссальное экономическое значение морских сообщений⁶, благодаря которому они сыграли не только прямую, но и косвенную роль в генезисе науки. Такие виды деятельности, как ирригация, строительные работы, гончарное и горное дело, были относительно менее сложны и динамичны, но в совокупности способствовали накоплению продуктов обмена и усовершенствованию ремесленных (а позже и связанных с искусством и наукой) форм всеобщего труда, опосредованно участвовали в историческом движении и эпистемогенном влиянии торгово-навигационного комплекса. Из прочих объектов на этой стадии с системой «корабль — море» были сравнимы по оперативной сложности лишь социальная система (общество) и искусственные типа литературы или иероглифики. Их исторический прогресс имел важное значение для развития форм всеобщего труда, в том числе и науки. На разных типах сложных систем «матрицировались» различные виды всеобщего труда с весьма различными возможностями в смысле прогресса. Историческое развитие форм руководства и организации создало начальные формы государственности и позднеархаическая наука существовала уже в условиях глубокого расслоения общества на антагонистические классы. Изопренная литературная деятельность на этой стадии вела к прогрессу филологии, а погруженность в бесконечно усложняющиеся сочетания иероглифов служила в древних и средневековых восточных цивилизациях

⁶ «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 лошади (хомут), и даже тогда (до XVIII в.) был непрактичен при использовании его на большие расстояния» [21, с. 91].

одним из рычагов, поддерживавших консерватизм и замкнутость официальной науки. Мореплавание же, будучи общением и с природой, и с другими народами, служило фактором, динамизирующим культуру в целом. «Море,— писал Гегель,— вызывает в нас представление о чем-то неопределенном, неограниченном и бесконечном, и когда человек чувствует себя в этой бесконечной стихии, то это внушает ему стремление выйти за пределы ограниченного» [59, с. 86].

Нельзя, однако, представлять себе дело так, будто навигация автоматически, как бы сама по себе, вела к генезису естествознания: гуанчи, возможные потомки кроманьонцев, попали на Канарские острова, несомненно, морским путем, но по крайней мере в течение тысячелетий не воспользовались этим путем снова, поскольку образовавшийся на островах комплекс стабильных аграрно-общинных отношений и благоприятных климатических условий не стимулировал больше стремления к поиску нового и преобразованию жизни. Аналогично полинезийцы, бывшие некогда отважнейшими «деревенскими» мореплавателями, уже за несколько столетий до прибытия европейцев прекратили океанические плавания. Мореплавание для них было средством расселения (как и кочевка у степных племен в конце V в. н. э.). После достижения этой цели неолитические общины полинезийцев остались на изолированных друг от друга островах: видимо, кочевой образ жизни не способствует длительному поддержанию и развитию навигационных традиций. Впрочем, история показывает, что сохранение этих традиций не гарантируется и наличием городов, а только развитием определенных устойчивых социальных структур.

История навигации в Восточном Средиземноморье восходит к натуфийской культуре, а с IV тысячелетия до н. э. мы имеем дело уже с оживленными морскими сношениями между отдаленными друг от друга Кипром, Ханааном, Киликийским Тавром и Фессалией. Регулярные рейсы между тремя материками начали народы, у которых возник тип города-государства: финикияне, этруски, критяне (минойцы, пеласги), греки. Как примитивную форму инфоргсоответствия можно рассматривать тот факт, что финикияне были в то же время и распространителями алфавита в Средиземноморье, и что Карфаген, финикийская колония, в какой-то мере явился родиной естественнонаучной лите-

ратуры (агрономические трактаты Магона — VI в. до н. э.) [323]. Комплекс общественных отношений и научных достижений, вылившийся в конечном счете в то, что называют «европейской культурой», создавался множеством народов самого различного происхождения, первоначально обитавших обычно вне упомянутой культурной ойкумены, но затем вступавших в нее и осваивавших ее производительные силы и культурные традиции. Если говорить только о полностью документированных исторических примерах, то можно сослаться хотя бы на судьбу греков, римлян, славян, германцев. Они вносили многое и от себя, но важно, что уровень их знаний и возникшая у них наука непосредственно прививались к основному стволу средиземноморской, европейской науки. Тот факт, что преемственность в науке между различными цивилизациями была живой, а не книжной (например, греки широко использовали ставшие всеобщим достоянием достижения Египта и Вавилона, но не были знакомы с иероглифической и клинописной литературой в подлинниках), имел положительное значение, ибо ослаблял столь опасную для неокрепшей еще науки привязанность к букве и авторитету.

Таким образом, очевидно, что первейшую роль в становлении позднеархаической науки сыграл фактор времени, сопряженный с навигационной активностью народов. В эпоху раннеархаической науки фактор времени выступал на первый план (магический ореол «древности» вокруг знания), однако постепенно все более активной становится эпистемогенная роль навигации, относящаяся уже ко второму уровню комплекса системообразующих факторов науки. Роль фактора времени является общепризнанной во многих научных дисциплинах как гуманитарных, так и естественных, по крайней мере с эпохи деятельности Ж. Бюффона и Э. Дарвина. «Если даже *объяснения* Бюффона и не были принимаемы, оказывались внешними и явно неверными, основной, им выдвинутый *принцип* истории — значение времени — оказал в естествознании глубокое и плодотворное влияние» [47, кн. 1, с. 26]. У Маркса имеется определение жизни как сопротивления времени («животное живет, т. е. сопротивляется времени») ⁷. Энгельс указывал на длительность существования

⁷ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 46, ч. 2, с. 257.

культуры в Италии, на ее от древности унаследованную цивилизацию⁸ как на причину того, что в Италии раньше, чем в других европейских странах, началось Возрождение. Первостепенное значение фактору времени придается и в современных эмпирических исследованиях по общественным наукам [322]. В каждой дисциплине понятие о времени имеет свою окраску, и если для проблемы генезиса науки существенно, так сказать, вообще культурологическое время, т. е. время накопления постепенных изменений путем их суммирования в земледельческих и затем урбанистических цивилизациях, то непосредственное воздействие этих изменений на науку ослабевало с прогрессом цивилизации и с относительной автономизацией науки, с усилением тенденции ее обособления сначала в виде совокупности «ученых» профессий (врача, астролога, садовода, филолога-комментатора и т. д.), а затем в качестве социального института. К концу архаического периода развития науки фактор времени в своих первичных и непосредственных формах изживает себя, и на первый план выступает эпистемогенная роль тех или иных технических или интеллектуальных достижений, накопленных в продолжение архаического периода.

§ 2. Системное состояние античной и средневековой науки

Стадия архаической науки хронологически совпадает с рядом общественно-экономических формаций: первобытно-общинной, рабовладельческой (частично) и так называемой «азиатской», если выделять ее, как делают некоторые историки, в отдельный этап. Во многих случаях архаическая наука вполне могла после сравнительно незаметных внешне сдвигов в институционализации непосредственно перерасти в средневековую. Такое перерастание происходило в самых разных местах земного шара и в разные периоды, т. е. политопно и полихронно, но вместе с тем достаточно единообразно с типологической стороны. Исследование, бывшее в архаической науке лишь одной из сторон деятельности ремесленников-практиков, купцов-мореходов, жрецов или писцов при храмах, постепенно превратилось в функцию сообществ, занимающих опреде-

⁸ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд., т. 20, с. 501.

ленное место в феодальной иерархии и нередко замкнутых по цеховому или кастовому типу.

Весьма важное исключение из относительного единообразия этого перехода представляет собой северная часть присредиземноморского региона. В лице древних греков мы имеем здесь носителей непосредственной преемственности с древнейшим урбанистически-навигационным стволем развития цивилизации (и соответственно архаической науки). «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... Со времен древних греков и до наших дней эта нить знания уже не прерывалась» [21, с. 95].

Посредствующим звеном между древнегреческой наукой и зашедшими в своем развитии в тупик системами архаического знания явились цивилизации финикиян, критян и других «народов моря» конца II тысячелетия до н. э. Собственно, греки (дорийцы) и сами выдвинулись как один из этих народов, поскольку такое выдвижение стало неизбежным в ходе ожесточенной конкурентной борьбы на морских путях. Генезис древнегреческой морской цивилизации и затем науки был, таким образом, явлением хотя и единичным, но не случайным. В то же время специфику и историю античной науки нельзя понять, не учитывая особенностей рабовладельческого строя, выделяющих античную цивилизацию из круга других древних цивилизаций в той же мере, в какой ее выделяют особенности ее культуры и прежде всего науки, поскольку греческое естествознание остается уникальным для всей древней истории. Греко-эллинистическое естествознание гораздо более многочисленными и прочными связями, чем какая-либо из форм архаической науки, связано с судьбами торговли и навигации; хотя на весь комплекс обратных связей между торговлей и культурой ограничение накладывалось тем, что «в античном мире влияние торговли и развитие купеческого капитала постоянно имеет своим результатом рабовладельческое хозяйство»⁹.

Если, по выражению А. Боннара [35, с. 36], «море цивилизовало греков», то встает вопрос, почему же оно не

⁹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 25, ч. 1, с. 364.

цивилизovalo в такой же степени другие древние народы, обитавшие в регионе Средиземного моря, например, италийцев — предков римлян, или иллирийцев. Возможно, что наряду с различиями в деталях племенного или общинного строя сыграл определенную роль также фактор психологической неожиданности или свежести восприятия — то обстоятельство, что первоначально дорийцы (родоначальники классической греческой культуры) обитали в более северных и континентальных местах, а затем неожиданно для себя оказались в гуще морских народов, в среде, подталкивающей к мореплаванию. Переняв у этих народов навыки обращения с бронзовым оружием (у критян), алфавит (у финикийцев) и многое другое, дорийцы восприняли и изучили судостроение и мореходство, причем в силу самой новизны этих знаний они смогли подойти к ним по-новому и извлечь более рациональные практические результаты. Все это только гипотеза. В нашу задачу не входит рассмотрение причин расцвета развитых Грецией культурно-общественных структур (полиса с его прослойкой ремесленников, с интенсивной общественной жизнью и с оценкой умственного труда как формы досуга) и производительных сил, в том числе всего, связанного с мореплаванием. Еще на Крите существовали города с прослойкой ремесленников (Гурния, Палекастро). Они представляли собой центры торговли и накопления фонда архаического знания; но только в эпоху высокой античности формируется представление о том, что знание может быть производительной силой и товаром. Конечно, это было еще слабое предвосхищение той ситуации, которая оказалась реально осуществленной гораздо позже, при капитализме. Эллинистическая наука лишь предвосхищает естествознание нового времени. Один из участников диалога Платона «Софист» риторически спрашивает, что если продавца картин и других произведений искусства (но также и самого искусства как труда) можно назвать купцом, то «не назовешь ли ты тем же именем и того, кто скупает знания и, переезжая из города в город, обменивает их на деньги?» (т. е. занимается «торговлей духовными товарами», «торговлей знаниями» — 224b).

Объяснение динамизации общественных отношений и науки мы находим у М. К. Петрова [158, с. 71], согласно которому в критический период становления древнегреческой культуры важнейшим «структурирующим агентом,

стихийно формирующим новую социальность», было техническое нововведение — многовесельный корабль. Доводы, приведенные автором в пользу этого наблюдения, раскрывают важнейшую роль мореплавания как стимула появления и стремительного развития исследовательской установки в эллинской науке. Надо добавить, однако, что эта роль характерна для естествознания вообще, а не только для древнегреческой науки. Причем главным системообразующим фактором было мореплавание вообще, ибо изобретение греками коринфской триеры и в особенности паруса явилось скорее следствием, нежели причиной возросшей потребности в плавсредствах, и к тому же не благоприятствовало дальнейшим усовершенствованиям: «Об улучшении парусной системы при наличии физической силы гребцов не думают. Большая скорость достигается сокращением путевых маршрутов и ночным плаванием, а не техническим переоборудованием» [88, с. 348].

Начиная с древнегреческой стадии образ корабля надолго становится символом всего нового и тревожащего. Характерно, что, например, Платон в своих поздних диалогах решительно высказывается против развития флота. Тем не менее в целом для исконных корней греческой культуры символичны образы Прометея и Одиссея: каждый из них мыслится как синтез мореплавателя и изобретателя.

Как и на архаической стадии науки, двоякая эпистемогенная роль мореплавания сохраняется и для древнегреческой науки. В частности, во многих случаях морские путешествия предпринимались непосредственно в исследовательских целях. Так, известно, что в IV в. до н. э. Пифей предпринял экспедицию вдоль северо-западных берегов Европы и к Британским островам с целью разведать месторождения олова и янтаря. Он производил такие измерения широты, которыми впоследствии воспользовался Гиппарх. Пифей определил точку нахождения северного полюса, правда, не там, где мы ее сейчас видим, т. е. у Полярной звезды, а у соседней с ней звезды Малой Медведицы (современные подсчеты подтвердили, что во времена Пифея северный полюс действительно был ближе всего к этой звезде). Значительные научные результаты дали и многие другие древнегреческие периплы, описания которых развились в особый жанр естественнонаучной литературы, близкий к лоции. По этому образцу построены

и многие научные сочинения периода эллинизма, а также периода римского господства (например, «География» Страбона).

Хотя по многим параметрам эллинистический и римский этапы науки достаточно четко обособляются как от древнегреческой науки, так и между собой, все эти этапы могут быть объединены под знаком одного системного состояния, к которому примыкает и наука средних веков. Общество в течение античности и средневековья развивалось быстрее, чем наука. Изменение социальной роли и эффективности науки диктовалось не столько имевшими место изменениями масштабов и пропорций науки, ее коммуникационных и интегративных параметров, сколько изменениями в социальной структуре, в способности общества ассимилировать достижения науки. На архаической стадии эта способность была велика в том смысле, что наука не столько ассимилировалась практической деятельностью, сколько составляла ее аспект. Для антично-средневекового же состояния характерно то, что потребность общества в науке была поразительно мала по сравнению с достигнутым уровнем естествознания.

В частности, римская наука отличалась от греческой не столько своим содержанием, сколько спецификой отражения социальных воздействий. Интересы ученых римской эпохи, вообще говоря, лежали в той же сфере, что у естествоиспытателей и натурфилософов периода эллинизма. В этой связи достаточно упомянуть «Естественную историю» Плиния, «О природе вещей» Лукреция, «Арифметику» Диофанта и «Математический сборник» Паппа (III—IV вв. н. э.); легшие в основу всей средневековой картины мира астрономические и географические труды Птолемея (II в. н. э.). Тем не менее для древнеримской науки характерен прикладной либо же популяризаторский дух [174]. Но само по себе естествознание римской эпохи было прямым продолжением греко-эллинистической науки. Например, Герон и Страбон по стилю мышления были учеными эллинистической культуры. Римская наука была продолжением великих традиций в неблагоприятных условиях общества, уверенного во всемогуществе административной системы, опиравшейся на четкую военную организацию и на систему рабовладения. Полисная структура, генерировавшая науку, была утрачена, так что уже научные центры эллинистических государств питались в сущ-

ности наследием высокой античности: как в отношении своего идейного фонда, так и форм организации они восходили к Ликею и Академии. В Риме же естествознание совсем было оттеснено с социального плана на индивидуальный.

Любопытен и здесь наблюдаемый параллелизм между судьбами науки и навигации. Как и римская наука, римское мореплавание высоко ценилось. Ложность распространенного представления о Риме как о «сухопутной державе» была показана А. Мейаном, выяснившим, что Карфаген не мог, если бы и хотел, посылать подкрепления Ганнибалу, потому что римский флот уже ко времени первой пунической войны господствовал на море; что Рим никогда не утрачивал контроля над Тирренским морем и над всеми морскими путями от Испании до Италии, а также и в Адриатике. И если в истории Рима сохранилась память более о сухопутных, чем о морских сражениях, то только потому, что противникам Рима невозможно было оспаривать его морское превосходство. К этому можно добавить, что в 84 г. н. э. римская экспедиция, открыв Оркнейские острова, доказала островной характер Британии, после чего римский флот утвердился и на северных морях Европы. Более чем за два века до этого римская военная флотилия, отправленная по приказу Сципиона, прошла вдоль Сенегала и достигла Зеленого мыса. Приблизительно тогда же римляне изобрели абордажный мостик и якорь с металлическими лапами. Характерно, что частыми сюжетами римских мозаик являются перегрузка товаров с морских судов на речные и имитированные на прудах морские сражения [283]. Свои города римляне строили в некотором отдалении от берега, чтобы не подвергнуться нападению с моря (например, пиратскому), но все же вблизи от моря и так, чтобы быть соединенными с ним рекой. Плиний старший называет три этапа в развитии римского судоходства после присоединения Египта к Риму: сначала плавали до устья Инда, затем приблизительно до современного Бомбея и, наконец, через открытое море на Малабарский берег, где торговали пряностями [331, с. 1, с. 252—253]. Однако в силу изменившихся социально-политических условий, вызвавших в римский период деструкцию ряда интегративных параметров античной науки, именно торговый аспект стал самодовлеющим в римском мореплавании и (наряду с военным)

оттеснил на задний план и почти исключил собственно исследовательские установки. Так, Гораций считает даже безумной мысль о том, что какое-либо лицо может интересоваться мореплаванием, не будучи купцом. Если кто-нибудь приобретает корабельные паруса, а сам не расположен к торговле, замечает он, то справедливо все назовут его слабоумным и безумцем.

Наука средневековья по своим масштабам представляет прямое продолжение римской. Правда, в Риме периода его расцвета в качестве доминирующей области идеологии выступали военно-административная и юридическая сфера, социально гораздо более разработанная и престижная, чем естествознание. В средние века место такой доминирующей идеологической области заняла религия. Однако к существенному изменению в системном состоянии науки в течение средних веков сам по себе этот сдвиг не привел, так же как и смена рабовладельческих монархий феодальными, как и многочисленные перекройки политической карты Европы, нередко ведшие к полному угасанию очагов знания то в одной, то в другой ее части. Институциональной науке (хотя бы такой «псевдоинституциональной», как в эллинистическом мире) в условиях упадка производительных сил и образованности, непрерывных войн, эпидемий, инквизиции было трудно возникнуть и невозможно сохраниться на длительное время. Когда все же возникали научные центры (в VIII—X вв. при Карле Великом, Альфреде Великом, папе Сильвестре II; в XIII в.— при Альфонсе X Мудром, Фридрихе II Гогенштауфене и т. д.), они воплощались в придворную или монастырско-орденскую форму и по характеру институционализации вполне были сходны с «Атенеумом» императора Адриана (II в. н. э.).

Общность с позднеантичной наукой сохранялась не только на организационном, но и на информационном уровне: практически все положительное содержание естественнонаучных взглядов средневековья (кроме наиболее позднего, предренессансного этапа) было почерпнуто из трудов Аристотеля и других античных авторов.

Весьма примечательны в течение всего европейского средневековья попытки институционализации, новые и новые усилия актуализовать античное наследие, стремление достичь кристаллизации науки в адекватном ей «идеальном» состоянии, которое мыслилось как некоторое воспро-

изведение античного «музеума» в придворной или монастырской оболочке. Отметим, между прочим, связь многих или даже всех этих попыток с усиленным вниманием к судостроению (при Карле Великом, Фридрихе II и т. д.); усовершенствования в этой области (изобретение ахтерштевня, кормового руля, румпеля; применение компаса, лацпортов, правильных сочетаний парусов) наряду с усилением культурной, в том числе и научной, коммуникации.

Стремление полнее приблизиться к идеалу античной науки вывело в конечном счете за пределы как этого идеала, так и вообще антично-средневекового системного состояния науки. В пределах рассматриваемого этапа это представляет собой нечто специфическое для средневековой науки Европы по сравнению с соответствующей стадией в восточных цивилизациях.

Несомненно, что отличие это не является абсолютным: арабский Восток знал явления, аналогичные «Каролингскому ренессансу», например при Харуне ар-Рашиде (конец VIII — начало IX вв.), а в позднефеодальной Японии была создана система исследований, во многих чертах сходная с европейской наукой периода Возрождения. И все же специфика европейской науки явно ощутима как в самом развитии естествознания в средние века, так и в особенности в результатах, к которым повело это развитие. В Европе оно привело к Ренессансу в значительной мере в силу того, что развитие шло на фоне античных достижений, существование которых хотя бы смутно, но непрерывно воспринималось и признавалось. Известно, что учение Аристотеля почти всегда «присутствует» в диалогических и других произведениях средневековых и поздне-средневековых ученых. Более того, Коперник ссылаясь на Аристарха Самосского, говоря, что когда-то гелиоцентрическая система уже существовала. Кеплер в своей «Новой астрономии» опирался на пифагорейское учение о «центральном огне» как на одно из доказательств того, что в центре мира находится солнце.

В XV—XVI вв. возродилась атомистика, учение о мировой гармонии и другие концепции, с постоянными ссылками на античные авторитеты. В начале XV в. Генрих Мореплавателем надеялся на успех своей программы географических открытий и экспансии потому, что твердо верил в то, что древние уже огибали Африку. Точно так

же для ранних биологов эпохи Возрождения идеалом были труды Теофраста, Плиния, Диоскорида; для географов — Эратосфена, Птолемея и т. д. Столь определенных ориентиров, указывающих на принципиальную возможность достижения новых (но как бы утраченных) успехов в познании, не было нигде, кроме европейских стран¹⁰.

Уникальность греко-эллинистической науки в истории древнего мира и уникальность ренессансной науки в новой истории представляют собой, таким образом, не два факта, а в сущности один, да и в самом термине «Возрождение» содержится глубокий, хотя и не буквальный смысл. Если брать Возрождение не в смысле подъема культуры вообще [105], а в смысле начала современной цивилизации, и прежде всего науки, то вероятной представляется гипотеза, что оно не повторилось во внеевропейских регионах потому, что эти регионы не прошли античной стадии культуры. И вряд ли соответствующие условия могли быть воспроизведены где-либо еще в более поздний период, потому что уже к первым векам нашей эры было покончено с изолированным развитием крупных культур [105, с. 77—102], если не считать цивилизаций Тропической Африки, Австралии и Нового Света. Но это были сравнительно молодые, еще недавно кочевые культуры, не имевшие за собой чего-либо сопоставимого с мно-

¹⁰ Исключение составляет арабо-мусульманский Восток, который в течение раннего и развитого средневековья неотъемлемо входил в комплекс стран, подготовивших Возрождение. В настоящее время уже достаточно освещены в литературе крупнейшие достижения ученых, моряков, ремесленников исламских культур, подготовивших эпоху великих географических открытий на огромном пространстве от Азорских островов до Зондских — и передавших на Запад множество изобретений, включая бумагу, компас, порох и т. д. Европейская наука обязана арабским ученым первыми установками для дистилляции, рядом методов получения соды, квасцов, купороса, селитры. Салернская медицинская школа широко использовала «Канон» Ибн-Сины и другие достижения арабов в области биологии. В XIII в. члены кружка, собранного в Сицилии Фридрихом II Гогенштауфеном, были едва ли не в большинстве мусульманскими учеными. К числу причин, отстранивших арабо-мусульманскую ветвь средиземноморской культуры от непосредственного участия в европейском Возрождении, относятся, возможно, слабость цеховой структуры, политические факторы, а также то, что с центрами европейского Возрождения соприкасалась лишь периферия исламского мира, центр тяжести которого лежал в XIII—XV вв. в территориях с гораздо более стабильными феодальными отношениями.

отысячелетней земледельческой и урбанистической традицией Египта и Месопотамии. В остальной же ойкумене, и в особенности на хронологическом отрезке, совпадавшем с европейским средневековьем, среди гигантских переселений народов, войн и других катаклизмов уже не было места для возникновения полисной структуры, античной демократии и строя, который К. Маркс называл детством человеческого общества¹¹. Говоря о греческом искусстве, Маркс подчеркивал, что «условия, при которых оно возникло, и только и могло возникнуть, никогда не могут повториться снова»¹².

Можно поставить вопрос, насколько этот тезис о неповторимости применим не только к древнегреческому искусству, но и к науке, которая тоже связана «с известными формами общественного развития»¹³. На данном этапе, как нам кажется, предпочтительнее всего предположить, что генезис эллинской науки неповторим в той мере, в какой речь идет не о конкретном содержании отдельных теорем и т. п., а о формах организации знания и целостного восприятия мира. Неповторимость греческой науки состоит в том, что в пределах более или менее единого для древнего и средневекового мира системного состояния науки она нашла пути исследования, опередившие свое время и в конце концов оказавшиеся плодотворными в совершенно иных исторических условиях. Если бы не было этой неповторимости, гораздо труднее было бы возникнуть и неповторимости европейского Возрождения.

Тем более любопытны явления, говорящие о том, что эта неповторимость относительна и что при определенных условиях сравнительно-научоведческий анализ столь уникальных явлений позволяет наметить сходные следствия при наличии сходных причин. В Японии начиная с XV в. наблюдается экономический и общественный прогресс, во многом напоминающий соответствующие процессы в Западной Европе. В течение XV в. в Японии возникло 45 городов — больше, чем их всего существовало до этого (в XVI в. прибавилось еще около двухсот). В городах развивались товарно-денежные отношения. Появилась столь редкая в этот период на Востоке форма правления, как республика (народное собрание типа агоры управля-

¹¹ См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 12, с. 737.

¹² Там же, с. 738.

¹³ Там же, с. 737.

ло провинцией Ямасиро в период восстания 1485—1493 гг.).

В XVI в. многие города (Кувана, Сакаи, Хаката, Хирадо) приобрели статус самоуправления, сходный с германскими имперскими городами [205]. Развивались внутренняя и внешняя торговля, флот, уже в XIII—XIV вв. позволивший Японии отразить монгольское нашествие. В этот же период началось оживленное книгопечатание, в живописи развивается пейзаж, что служит симптомом становления чувства природы. Крестьянские восстания XV—XVI вв. под предводительством секты икко неоднократно сопоставлялись в советской историографической литературе с европейской реформацией. Наконец, ведется строительство мостов и дорог, организуется регулярная почта, развивается национальная наука, напоминающая «фронт исследований» если не итало-ренессансного, то по крайней мере александрийского типа. Появляются учебные заведения, близкие к университетам (знаменитая школа Асикага возникла еще в XII в., государственные школы, в программу которых входили элементы математики и естественнонаучных знаний (к концу XVIII в. таких школ было уже 270 — [54, с. 102]); ботанические сады, сначала наподобие известных в истории русской науки «аптекарских огородов», а потом и более специализированные (в Токио в 1638 г., в Комаде в 1720 г.).

В области развития техники в позднефеодальной Японии можно отметить появление усовершенствованных приемов выплавки и обработки меди и железа (около 1522 г. — роштейновая плавка), производство пороха и огнестрельного оружия; в медицине — науку «хондзо», представлявшую собой синтез ботанических, зоологических и минералогических знаний на базе и в целях фармакологии. Внутри «хондзо» зародились исследования по систематике растений (Я. Ино, Э. Каибара, Е. Удагава), агрономии (Я. Ясудзаки) и т. д. В период с 1639 г. по середину XIX в., когда японская наука была практически изолирована от европейской, появилось тем не менее большое количество специальных работ по физике («Гром и молния» Г. Рисюна, 1750 г.; «Общий курс физики» Р. Аоти, 1836 г.), химии («Руководство по химии» Ё. Удагавы, 1829 г.), географии и др. Правда, в работах по физике и химии явственно видны отголоски европейского естествознания, доходившие от голландцев, корабли

которых раз в год приходили в Нагасаки. Однако в математике развитие было самостоятельным, как и в европейской науке периода Возрождения. Так, в XVII в. появляются работы М. Ёсиды, С. Мацумуры (в 1663 г. он вычислил 21 знак числа π), С. Мори и К. Сэки, который разработал «теорию окружностей» — оригинальный вариант построения математического анализа.

Специфическим явлением был большой интерес к теории магических квадратов. Е. Курусима в 1726 г. обосновал теорию бесконечных дробей, а в начале XIX в. К. Сакабэ ввел в употребление таблицы логарифмов и сферическую тригонометрию. В 1744 г. была построена астрономическая обсерватория в Эдо. В конце XVIII в. С. Сибукага создал звездный глобус, Д. Ивахаси сконструировал первый в Японии телескоп и высказал гипотезу о связи ухудшений погоды с появлением солнечных пятен. Т. Ино осуществил геодезическую съемку территории страны. Из явлений неформально-организационного уровня следует отметить возникновение в Японии научных школ, например, школы того же К. Сэки, ученики (О. Ёсимасу, К. Татэбэ) и продолжатели которого в течение XVIII в. совершенствовали «теорию окружностей» во вполне «европейском» смысле. Влияние же европейских достижений на Японию периода XVI—XVII вв. имело место, но это было влияние не на содержательном уровне. Просто японские ученые вообще знали или слышали от голландцев и их местных толмачей — «рангакуся» о наличии и возможности этих достижений. Иными словами, присутствие где-то «на горизонте» достижений европейской науки сыграло для системного состояния японской науки XVI — первой половины XIX в. роль, аналогичную той, которую для Европы предренессансного периода сыграло не слишком четкое воспоминание о греко-эллинистических достижениях.

Таким образом, имеющийся сравнительно-научоведческий материал подтверждает, что в социально-экономическом плане вопрос об особенностях европейской науки средних веков, с которыми связано ее полное структурное преобразование в эпоху Возрождения, является в сущности вопросом о фактах, приведших к разложению феодального строя и к зарождению в его недрах капиталистических отношений, т. е. о движущих силах общественного движения средневековья, в особенности позднего, и Воз-

рождения в Европе. «В этом движении родились капитализм и современная наука» [21, с. 9—10].

Капитализм в период своего подъема дал толчок развитию науки, которая, однако, существовала и помимо его и в отличие от него не представляла чего-то преходящего в развитии общества. В то же время ряд явлений, сопутствовавших капитализму, сыграл немаловажную роль в подготовке науки нового времени. Это совпадение не случайно и отражает связь развития товарно-денежных (необязательно капиталистических) отношений, мореплавания, торговли с эпистемогенной матрицей.

К числу этих явлений следует отнести средневековые города, возникавшие «начиная с X—XI вв. обычно на водных путях» [83, с. 653], с их своеобразной цеховой структурой, обусловленной усовершенствованной формой разделения труда. Это были прежде всего так называемые вольные (имперские) города, которые К. Маркс назвал блестящей страницей средневековья¹⁴. В городских цехах и ремесленных коллегиях возникли своеобразные формы труда, достигшие уникального синтеза технического мастерства и искусства и сыгравшие важную роль в совершенствовании научного инструментария — оптических стекол, весов и т. д.

Многие достижения цехового производства явились источниками ренессансного естествознания в большей мере, нежели то, что в средние века именовалось наукой. В частности, вплоть до Галилея ученые не считали правдивыми изображения, получаемые с помощью оптических стекол, в то время как ремесленники уже широко использовали изобретенные безымянными и неграмотными средневековыми мастерами двояковыпуклые стекла [349].

Заслуга схоластической науки — детальная отработка логического аппарата мышления, и в этом отношении европейская средневековая мысль мало отличалась от системного состояния науки, например, в научных центрах Индии или Средней Азии. Эмпирические исследования, например изготовление автоматов, предсказание погоды, вскрытие трупов, а позднее и чисто теоретические отклонения от принятой картины мира влекли тяжелое осуждение. В этой связи Данте, для которого Одиссей был символом «постижения новизны» и призыва «к доблести

¹⁴ См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 23, с. 728.

и знанию», помещает его тем не менее в восьмой круг ада. С перестройкой эпистемогенной матрицы престиж науки мог легко превратиться в настоящий культ знания, что и произошло в XVI—XVII вв., с вытекающими отсюда последствиями для системного состояния науки.

В сравнении с кастовой, наследственно-сословной формой разделения труда на этапе, соответствовавшем архаической науке, а также при более позднем мануфактурном разделении труда относительно свободный и творческий труд ремесленника способствовал тому, что этот труд приобретал всеобщий характер, а его продукты — неповторимость и непреходящую ценность. Коллегиальный (корпоративный) принцип в Западной Европе периода развитого средневековья распространялся и на врачей, садовников, схоластов и т. д. и был воспринят представителями формирующейся науки, вся структура которой (профессионализм, экзамены и конкурсы на звание, межнациональные связи, иерархия степеней) носит отпечаток цехового происхождения. Мануфактурное и в еще большей степени машинное производство, вызвав подъем производительных сил, вместе с тем привело к уничтожению творческого и целостного отношения к труду, выработанных на ремесленно-цеховом этапе. Однако эта деструкция факторов, сформировавших науку, не привела к ее уничтожению подобно тому, как ранее к этому не привело прекращение действия временного фактора. Наука, однажды достигнув определенного уровня, приобрела относительную автономность и внутреннюю логику устойчивого развития.

§ 3. «Классическое» системное состояние науки

Системное состояние науки, с которым обычно связывают представление об ее выходе на некоторый «классический» уровень, заверченный (как позже оказалось, весьма относительно) и в методологическом и в организационном плане, достигло наибольшей выраженности в XVIII, особенно в XIX в. В этот период естествознание в представлении многих его теоретиков выступает как система, основные принципы действия которой, наконец, открыты и установлены после предварительных, не имевших самостоятельного значения попыток. По своим основным параметрам как масштабным, так и коммуникационным и интегративным «классический» этап, действительно,

четко отграничивается от предыдущих, но также (что особенно важно и не входило в тезаурус веры естествоиспытателей XIX в.) и от последующих этапов, серия которых открылась научно-технической революцией середины XX в.

Ошибкой было бы недооценивать колоссальное значение XVIII—XIX вв. в смысле «пройденного этапа» в развитии науки. Только на почве классических результатов могли пробиться ростки научной революции конца XIX — начала XX в., которая резко изменила облик науки. Именно благодаря этому изменению мы можем теперь рассматривать «классический» период как особую, исторически необходимую фазу системности науки.

С другой стороны, рассматриваемое в настоящем разделе системное состояние науки, перед тем как вылиться в свои «классические» формы, прошло длительную бурную базу становления, Возрождения в историко-научном смысле. С точки зрения смены системных состояний в истории науки важен вопрос о системообразующих факторах этой фазы. По мнению ряда авторов, решающим фактором, проложившим грань между «старой» и «новой» наукой (а в значительной мере и культурой вообще) явилось книгопечатание. В самом деле, как мы видели, на всех параметрических уровнях введение книгопечатания сопровождалось решительными сдвигами в объеме получаемых и распространяемых знаний, в пропорциях науки и формах ее интеграции. Техника печатания представляет наглядный пример такого изобретения, которое неизбежно было бы сделано, как только возникала потребность в массовом размножении материалов, будь то буддийские заупокойные молитвы в Японии XIV в. [54], игральные карты в Европе первых десятилетий XV в. или несколько позднее связные тексты, в том числе и естественнонаучные. Справедливо отмечалось, что «в середине XV в. печатание с досок становится недостаточным для удовлетворения потребностей общества и экономически невыгодным и на его смену приходит книгопечатание с подвижных литер» [83, с. 74; курсив мой.— Б.С.]. Раз возникнув, книгопечатание само становится мощным фактором расширения сферы своего применения.

Вторичность системообразующей роли книгопечатания, равно как и таких факторов, как «революция цен», культурные преобразования в связи с Реформацией или

рост интереса к античности, оправдывает точку зрения тех авторов, которые отодвигают начало Возрождения и соответственно новой науки с гутенберговских времен на несколько более поздний период, а именно на конец XV в. (1492 г.— первая экспедиция Колумба). Успех Колумба столь же мало беспрецедентен, сколь и достижение Гутенберга, и в обоих случаях важно не достижение само по себе, но впервые возникшая возможность ассимиляции его последствий обществом. Поэтому дата «1492-й год» имеет тот глубокий смысл, что указывает на начало великих географических открытий и скрытый за ними сдвиг в развитии производительных сил, культурной установки на новое естествознание.

Открытие викингами Нового Света, знаменовавшее начало второго тысячелетия нашей эры, не следует рассматривать просто как изолированное событие: оно входит в сеть причин и следствий, сделавшую возможным открытие Колумба, а в значительной мере и Возрождение в целом. К этой сети принадлежит усовершенствование (возможно и открытие) арабами морского компаса не позже IX—XI вв.; новый подъем в разработке географических карт, приведший уже в XII в. к созданию широко известной в Европе серии 70 карт (по «климатам Земли» ал-Идриси); создание новых типов судов — португальских нао, ганзейских коггов (хольков), галер, каракк, каравелл; введение в XII—XIV вв. румпеля, дощатых палуб, лацпортов, а также правильных сочетаний парусов, позволивших резко увеличить скорость и маневренность, и многих других усовершенствований в мореходном деле [19]. Но лишь в эпоху Возрождения мореплавание в полной мере сыграло роль эпистемогенного фактора. Это было связано как с быстрым прогрессом технических средств навигации, начавшимся в период позднего средневековья, так и с тем, что специфические социальные условия ренессансного периода в Западной Европе способствовали восприятию того, что в мореплавании было в полном смысле эпистемогенно.

Эти условия в той или иной мере связаны с становлением капитализма, развитием городов, государственных образований типа итальянских торговых республик XIV—XV вв., торговли, началом колониальной экспансии, расширением социальной базы культуры и т. д.

Следует отметить, что расширение рынков сбыта,

явившееся одной из важнейших причин промышленной революции, само в значительной мере выступает как следствие событий в сфере знания (великие географические открытия). Бурное развитие естествознания в результате сочетания действия временных и постоянных факторов представляет, пожалуй, наиболее яркое отличие европейского Возрождения от более широкого круга ренессансных явлений, рассмотренных в глобальных рамках, например, Н. И. Конрадом [105]. Как на примеры проблем, возникших в навигационной сфере, в генезисе естественнонаучных идей европейского Возрождения можно указать на гидростатические исследования (С. Стевин и др.), выполненные в связи со строительством голландских гидротехнических и портовых сооружений; на колоссальное расширение материала зоологии и ботаники в результате географических открытий; на сопутствовавшее им же развитие климатологии, геологии, географии, картографии, геодезии, антропологии и т. д.

Для того чтобы в полной мере оценить значение успехов в морском деле для становления нового естествознания, следует учитывать, что круг культурных феноменов, так или иначе сопряженных с решающим сдвигом в системном состоянии науки в эпоху Возрождения, весьма обширен. Этот сдвиг является одним из моментов в комплексе процессов, связанных с изменением всего восприятия мира в этот период, включая секуляризацию культуры, рост тенденций к преодолению господства феодальной идеологии, стремление к рациональному устройству общества и культуры, в том числе и к построению науки на основах «естественного света разума». Обновилось и восприятие пространства, на что указывают многочисленные ренессансные и предренессансные достижения: готический стиль в архитектуре; разработанная Ф. Брунеллески и Л. Альберти в первой половине XV в. теория прямой перспективы; измерение Ж. Фернелем градуса дуги меридиана в 1528 г. и т. д.

Коперниканская революция с последующим окончательным разрушением «лунной грани» Галилеем также может рассматриваться как безмерное расширение пространственного кругозора эпохи. В то же время внимания заслуживают и сдвиги, происшедшие в восприятии и расчленении времени и выразившиеся, например, в быстром усовершенствовании механических часов, на основе ко-

торого, согласно Марксу, «развилась вся теория *производства равномерного движения*»¹⁵. Башенные часы с одной стрелкой появились в XIII в.; пружинные переносные часы — в конце XV в. [83, с. 97]. Дальнейший прогресс в часовом деле был тесно связан с запросами многих отраслей практики, в частности медицины (в 1602 г. изобретен маятниковый прибор для отсчета пульса [70, т. 2, с. 55]), но наиболее всего с потребностями мореходства — с необходимостью определять долготу в открытом море. Первая пригодная для этой цели конструкция (усовершенствованная вскоре Р. Гуком и Х. Гюйгенсом) была предложена Галилеем в 1640 г.

Отметим, что основным примером движения, на фоне которого разворачиваются мысленные эксперименты с брошенными, плавающими и т. д. телами в диалогах Галилея, служит движение корабля. И хотя эти эксперименты, как справедливо отмечалось [9], чисто мысленные, несомненно, что корабль как наиболее актуальный пример системы отсчета дал новой науке материальный образ конструируемого предмета исследования; «движение» в галилеевских экспериментах — это прежде всего бег корабля, подобно тому как в науке элеатов и перипатетиков движение мыслилось как передвижение человека или животного или как полет стрелы. Море в восприятии Галилея выполняет функцию идеализированной «гладкой и концентричной поверхности Земли» [9, с. 203], методологически незаменимую для становления новой механики. Для ренессансного мышления весьма характерно уподобление науки компасу или иному устройству, задающему направление «кораблю практики». Так, по словам Леонардо да Винчи, «влюбленный в практику без науки — словно кормчий, ступающий на корабль без руля или компаса; он никогда не уверен, куда плывет» (цит. по: [83, с. 100]). Чрезвычайная распространенность этой метафоры в этот период достаточно показательна и говорит о том, что ощущение «новых горизонтов», «нового неба и земли», пространства и времени было конкретным.

Существенно для становления ренессансных установок культуры было то, что торговые рейсы и экспедиции в XIV—XV вв. стали регулярными. Так, необыкновенным для средневекового восприятия было введение ганзей-

¹⁵ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 30, с. 263.

скими фирмами регулярных рейсов для торговых судов, следовавших вдоль атлантического побережья, т. е. появилась идея «расписания», без которой немислимо было все дальнейшее развитие связи и транспорта. Введение расписания не в меньшей степени, чем книгопечатание и открытие Америки, заслуживает внимания в качестве отправного пункта Возрождения.

Прогрессивная сама по себе идея регулярности и «организации времени» очень быстро нашла военное применение в виде регулярных армий. Те спорадические набеги, которые организовывал Генрих Мореплаватель, были дополнены регулярными экспедициями Ф. Гомиша, который в 1469 г. обязался перед королем Альфонсом V посылать в Западную Африку португальские корабли каждый год в установленное время, причем каждая экспедиция должна была обследовать 100 лиг побережья в дополнение к пройденному в предыдущий год. Об этой стороне эры открытий не следует забывать, поскольку немедленное применение новых достижений в военных и колониалистских целях уже на этом этапе составляло вид капиталистического присвоения науки. Возникла юридическая регламентация различных сфер деятельности, требовавших применения специалистов и ученых: горного дела (с середины XIII в. [83, с. 71]), мореходства (появившееся в 1255 г. в Венеции «Собрание морских правил») и т. д.; в эпоху Возрождения эта регламентация достигла невиданных ранее размеров, вплоть до попыток глобального размежевания сфер географического исследования и экспансии; разработки и применения на практике «теории свободных морей», выдвинутой в начале XVII в. Г. Гроцием; организации международных третейских судов. Важным культурным фактором было появление учебных заведений нового типа — навигационных школ. Первые из них были основаны в середине XV в. Генрихом Мореплавателем, и затем многие заведения этого типа (например, знаменитый британский Грешем-колледж) сыграли ведущую роль в становлении нового естествознания.

Важным шагом в установлении сравнительной ценности различных моментов становления новой науки является выяснение того, какой из них выдвигался на первый план. На первом плане в ту эпоху явилось расширение географических открытий. Так, математик и врач

XVI в. Дж. Кардано [94, с. 171—172] дает перечисление различных моментов в следующем порядке: «Как на первое из удивительных в моей жизни явлений... следует указать на то, что я родился в том веке, когда был открыт весь земной шар, тогда как в древности было известно не более одной его трети»; на второе место Кардано ставит порох и огнестрельное оружие, на третье — компас, «ведущий нас по безбрежным морям... в далекие неведомые края», и только на четвертом месте у Кардано книгопечатание, после изобретения которого «чего же еще недостает нам, кроме овладения небом?»

Б. Телезио [338] и Кеплер в своем трактате «О новой звезде» (1606 г.) также ставят мореплавание и торговлю на важнейшее место среди достижений своего времени. Ф. Рабле в 3-й книге «Гаргантюа и Пантагрюэля» также выдвигает на первое место мореплавание, а на второе — биологические знания. Наиболее поразительно, по мнению Рабле [167, с. 423], то, что ныне «неведомые нам прежде народы, с которыми мы в силу природных условий, казалось, вечно будем разобщены и разъединены, ныне прибывают к нам, а мы к ним, а ведь это не под силу даже птицам... арктические народы на глазах у антарктических прошли Атлантическое море, перевалили через оба тропика, обогнули жаркий пояс, измерили весь Зодиак и пересекли экватор, видя перед собой на горизонте оба полюса».

Установка на исследование и эксперимент, столь характерная для эпохи Возрождения, явилась продолжением общего подъема культуры в позднесредневековых городах на фоне специфических республиканских и аристократических или демократических форм правления, развившихся в Италии и Германии в XIV—XV вв.; демократия была весьма несовершенной, но во всяком случае не более несовершенной, чем в древнегреческих рабовладельческих полисах, и она безусловно способствовала прогрессу в коммуникации, в торговле и в опиравшихся на развитое судоходство товарно-денежных отношениях. Если в период феодализма «перенесение центра жизни общества из города в деревню пагубно отразилось на науке, лишив ее той атмосферы, в которой она могла развиваться» [51, с. 112], то интенсификация городской жизни в предренессансный период, наоборот, придала науке новый динамизм. Поскольку социальный прогресс

привел к капитализму, развитие науки (как и в течение всего «классического» периода) пошло в тесном взаимодействии с системой капиталистических общественных отношений.

Тот факт, что наука нового времени в отличие, например, от эллинистического естествознания приобрела «необратимый», стабильный характер, определяется тем, что, с одной стороны, уже на стадии Возрождения (и тем более Просвещения) новое естествознание в достаточной мере успело продемонстрировать свою полезность для промышленности и могущества государств, а с другой стороны, к этому периоду возникли социальные и государственные структуры, способные использовать практическую сторону естественнонаучных открытий.

Попытки «возрождения» в условиях гигантских феодальных монархий Каролингов, Аббасидов и т. д., хотя и имеют большое значение, не могли увенчаться успехом ввиду отсутствия благоприятных для развития науки социальных структур. Наоборот, после того как наука стала (в итальянском и германском Возрождении XV—XVI вв.) эффективной, она могла быть инкорпорирована крупными монархиями. Например, во Франции, которая после длительного перерыва, вызванного столетней войной 1337—1453 гг. и последующей разрухой в XVI—XVII вв., вторично стала играть огромную роль в развитии европейского естествознания, наука вновь, как и во времена Карла Великого, институционализировалась в придворной форме; но эта форма, т. е. Парижская академия, стала совершенно иной. Она была основана в 1666 г. (в числе прочих реформ Ж. Кольбера, включая создание мануфактур и монопольных компаний по колониальной торговле, 15-кратное увеличение флота, прорытие Лангедокского канала в 1666—1681 гг.) с официально объявленной целью содействовать промышленным делам.

В дальнейшем академическая форма организации науки стала одной из важнейших и продемонстрировала свою способность пережить не только феодально-монархическое устройство, при котором она зародилась, но и капитализм. Организованные во всех крупнейших европейских странах в XVII—XVIII вв. академии выражали преимущественно сторону единства науки (вспомним о проекте Лейбница объединить все академии в одну всеевропейскую);

университеты с их культивированием факультетского размежевания — сторону дифференциации.

В отличие от университетов, а также и от всех более древних форм институционализации науки академии впервые стали центрами, занимавшимися по самому своему замыслу исключительно наукой и ее применениями, без нарочитых образовательных, хозяйственно-прибыльных и т. п. целей. Они стали той средой, которая воспитала доверие к научным экспериментам и приборам (вспомним о подозрениях, с которыми в XVII в. еще отпосились к результатам наблюдений через телескоп, а в XVIII в. — через микроскоп) и подготовила превращение науки в специализированную отрасль.

Как мы видели, на всех структурных уровнях наука нового времени была подготовлена предшествующей историей. После переходного периода Возрождения наступил новый и длительный период стабилизации, собственно «классический» период, системное состояние которого характеризуется определенными формами мышления, определенными модусами развития и организации естествознания в условиях антагонистического общества, где всеобщий труд развивается в форме «недоброжелательного завистливого сотрудничества» [21, с. 32], но все же сотрудничества, как того требует диалектика всеобщего и совместного труда. Не способствуя гармоничному развитию науки, капитализм, в особенности начиная с промышленной революции конца XVIII — начала XIX в., стимулирует развитие многих отраслей, непосредственно или косвенно связанных с ростом производительных сил. В этом наблюдается отличие от предыдущих общественных формаций, в которых господствующая элита не проявляла сколько-нибудь регулярного интереса к развитию естествознания.

Маркс в первоначальном варианте «Капитала» писал, что «капитал лишь тогда создает соответствующий ему способ производства, — когда... процесс производства выступает не как подчиненный непосредственному мастерству рабочего, а как технологическое применение науки. Поэтому тенденция капитала заключается в том, чтобы придать производству научный характер...»¹⁶.

¹⁶ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 46, ч. 2, с. 206.

В той мере, в какой этого удастся достичь, товарные отношения проникают в сферу научных исследований, и это «приводит к тому, что ученый становится в положение лица, продающего свой труд капиталисту, который монополизировало право на эксплуатацию результатов научных исследований» [58, с. 221].

Машинное производство, в порождении которого наука принимала самое активное участие, само становится одним из важнейших системообразующих факторов науки. Этот факт важен не только сам по себе, но и как первый пример активного участия науки в становлении системообразующих факторов ее же дальнейшего развития, и как момент характеристики системного состояния науки «классического» периода, особенностью которого является непосредственное включение науки в систему производственных отношений. Наука входит в эту систему как один из важнейших революционизирующих ее факторов как в материальном, так и в духовном отношении.

С этой точки зрения рассматриваемый период представляет собой единое целое, хотя во многих других смыслах и в особенности на дисциплинарном уровне, конечно, в нем выделяются резко различные подпериоды. Общность идеологических аспектов науки XVIII и XIX вв. отмечал Энгельс, который проследил, как после кризиса и распада гегелевской школы «развился новый естественно-научный материализм, который теоретически почти ничем не отличается от материализма XVIII века и имеет перед последним большей частью только то преимущество, что располагает более богатым, естественно-научным, в особенности химическим и физиологическим материалом»¹⁷. При этом Энгельс подчеркивает, что речь идет отнюдь не только об ученых типа Бюхнера, Фогта и Мошотта, воззрения которых представляли лишь «крайне плоское воспроизведение»¹⁸ того же восходящего к XVIII в. образа мыслей.

Для науки XIX — первой трети XX в., т. е. для наиболее выраженного «классического» состояния, мы еще в большей степени, чем для науки XVIII в., не можем указать единой сферы деятельности или производства, которая содействовала бы отработке и стимуляции научной

¹⁷ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 13, с. 495.

¹⁸ Там же.

активности в наибольшей мере, подобно тому как на более ранних стадиях такую роль играла навигация. Несомненно, что и после Возрождения мореплавание продолжает выдвигать проблемы и стимулировать исследователей в самых разнообразных отраслях знания. Достаточно вспомнить о том, что для изысканий У. Гильберта важнейшую роль сыграло «то обстоятельство, что магнитная стрелка и земной магнетизм приобрели тогда исключительное значение для мореплавания» [70, т. 2, с. 87; с. 269].

Напомним о значении работ Ж. Лагранжа, Л. Эйлера, Р. Бошковича и многих позднейших математиков и физиков для теории движения корабля; об изобретении Ш. Кулоном в 1785 г. крутильных весов в процессе его работы над конкурсной академической темой по усовершенствованию компаса; о работах П. Лапласа по гидродинамике и теории приливов и отливов; о машине для предсказания приливов и морском компасе, разработанных У. Томсоном (Кельвином); о радиосвязи, радаре, автоматическом управлении и многих других изобретениях.

О навигации как эпистемогенном факторе науки в целом здесь можно повторить то же, что было сказано относительно фактора времени для архаической науки или логико-грамматического аппарата для средневековой науки: факторы, сыгравшие свою эпистемогенную роль на определенном этапе, в дальнейшем играют только уже опосредованную роль.

Для науки XIX в. в качестве сферы, стимулирующей исследовательскую активность, выступает крупное производство, многие отрасли которого целиком сформировались под влиянием науки и не переставали предъявлять к ней все возрастающие требования. В то же время естествознание, приобретая институциональную самостоятельность, все в большей мере превращается в комплекс, способный сам сформулировать свои собственные задачи. Противоречие между этими двумя аспектами «классического» системного состояния науки только кажущееся, потому что относительная самостоятельность, достигнутая наукой, являлась как раз следствием признания того факта, что свободное движение научной мысли не только не препятствует, но, наоборот, способствует постановке и решению практических задач.

В условиях капиталистической организации производства и это признание, и вытекавшая из него самостоятельность науки носили весьма ограниченный характер, достаточный, однако, для того, чтобы поднять до невиданных ранее масштабов промышленную отдачу естественнонаучных изысканий. Наука становится вездесущей, и эпистемогенно-системообразующую роль для нее начинает играть все большее число как «имманентных», так и производственных и культурных факторов. При этом различие между этими тремя группами факторов стирается, примером чему может служить хотя бы производство счетных машин, впервые начатое К. Томасом в 1820-х годах, и послужившее исходной точкой последующего развития вычислительных устройств вплоть до современной стадии, когда это развитие вызвало к жизни обширный комплекс новых дисциплин, производств и концепций [8].

В XIX в., как мы уже говорили, выросла роль государства в развитии науки, свидетельством чего служат проводившиеся с конца XIX в. мероприятия по учреждению правительственных ведомств по науке (например, в США в 1879 г. Геологическое управление в составе министерства внутренних дел, в 1883 г. бюро по химии при министерстве сельского хозяйства, в 1917 г. Национальный исследовательский совет; в Англии в 1915 г. Комитет по научным и техническим исследованиям; во Франции в 1919 г. Национальная служба исследований и изобретений; в Италии в 1923 г. Национальный исследовательский совет). Компетенция этих учреждений была слишком ограниченной, и они не были способны содействовать образованию сколько-нибудь целостного комплекса исследований и разработок в национальном масштабе. Что касается частных фирм, их заинтересованность в науке непрерывно возрастала по мере усиливавшейся особенно с конца XIX в. концентрации промышленности. Как говорил В. И. Ленин, «только крупная машинная индустрия... систематически применяет к производству данные науки»¹⁹

¹⁹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 3, с. 544.

§ 4. Системное состояние науки периода научно-технической революции

Преобразование структуры науки на информационном и организационном уровне во второй трети XX в. является в полном смысле глобальным и всеобъемлющим революционным преобразованием в истории науки. «Классическое» системное состояние науки знаменовалось многочисленными перестройками, носившими ограниченный характер или по своей структуре (эпоха возникновения академий привела к перестройке на организационном уровне; проникновение исторического метода в естествознание означало революцию в содержательном плане для комплекса дисциплин, анализирующих диахронические процессы), или по географическому охвату, или по степени проникновения науки в производство. Промышленная революция XVIII — начала XIX в. воздействовала на многие отрасли естествознания лишь опосредованно, и многие регионы подверглись ее влиянию в малой степени или пассивно.

Еще более локальны были структурные преобразования науки позднесредневекового и эллинистического периодов. Некоторой аналогией НТР, по своему значению определившей будущее человечества, могут служить, пожалуй, лишь древнейшие достижения архаического знания, такие, как овладение огнем, изобретение земледелия, металлургии, мореплавания; однако они, как известно, слишком рассеяны во времени, чтобы заслуживать в полном смысле названия «революции», так называемой «неолитической революции», «аграрной революции каменного века» и т. д. Для них не хватало важнейшей черты НТР — взаимопроникновения теоретического и практического знания. На архаической стадии это взаимопроникновение было невозможно в силу неразвитости теоретического знания, так же как впоследствии (на «классической» стадии) оно не достигалось в полной мере в силу частого уклона науки в сторону академизма.

Окончательно преодолевая разобщенность теории и практики, познавательной и преобразовательной деятельности, НТР устраняет и свойственные более ранним системным состояниям науки ограничения, связанные географическими, отраслевыми и социокультурными рам-

ками. В НТР принимают активное участие ученые и инженеры всех континентов. НТР протекает в странах с различным социальным строем, разворачиваясь и в социалистических странах, и капиталистических. Кроме того, и более ранние общественные уклады во многих странах Азии и Африки самым непосредственным образом втягиваются в орбиту воздействия НТР. От воздействия НТР не ускользает ни одна сфера науки, культуры и общественной жизни. До невиданных ранее пределов расширяются горизонты культуры, отражающие воздействие науки. Это расширение знания имеет место во всех направлениях: в глубь атома, в метagalaxy, в плане применения новых подходов, в понимании иных культур и отдаленных исторических эпох. Хочется напомнить в связи с последним, что Н. И. Конрад в 1968 г., перечитывая письма Н. М. Карамзина, констатировал, что «екатерининский век» породил в России «интеллигенцию по истине европейского масштаба, а тогда это было высшим мерилom культурности. Поэтому так радостно оглянуться на эти письма и нам в социалистической стране — с ее интеллигенцией, кругозор которой не ограничен одним Западом, а сознание включает весь пережитый человечеством исторический опыт» [105, с. 415].

Наука периода НТР выходит за пределы своей определенности как формы общественного сознания и, не теряя этой функции, приобретает и существенные характеристики общественного бытия. Как справедливо отмечал Г. Н. Волков [54, с. 122], «современная наука, пронизывая все сферы общественной деятельности, оказывается столь сложным явлением, что никак не может быть ограничена рамками общественного сознания. Форму общественного сознания научные знания приобретают только тогда, когда научное исследование завершено, когда его результаты доказаны и общепризнаны», но и тогда они обычно «вновь вовлекаются в сферу научного производства».

Новые, ранее вряд ли вообще представимые формы переплетения общественного сознания и бытия (конкретно — производства и потребления) на базе разворачивания НТР, выражаются, например, в том, что зачастую научный прибор непосредственно развивается не только в орудие труда, но и в предмет широкого потребления: «еще совсем недавно современные телевизоры были катодными

трубками — деталью чисто научной аппаратуры, изобретенной для измерения массы электрона» [21, с. 23]. На каждом шагу наблюдаются преобразования структуры традиционных областей познания и деятельности, в том числе и тех, которые исторически сыграли важную эпистемогенную роль. Так, впервые в 1958 г. число пассажиров, перелетевших через Атлантический океан, превысило число перевезенных на судах, и таким образом «впервые за всю историю человечества морской межконтинентальный транспорт был оттеснен на второй план» [19, с. 95]. На структуре весьма многих отраслей деятельности отражается или отразится в дальнейшем имеющая место «космизация естествознания» с сопутствующей перестройкой психологии и форм отражения действительности; развивается «антропогенное воздействие на космос — качественно новое отношение во взаимодействии земного и космического, которое было подготовлено тенденцией космизации» [198, с. 52].

Большое число теоретических и практических дисциплин в период НТР вышли на совершенно новые рубежи. Это касается как вновь появившихся наук — кибернетики, теории систем, различных стыковых дисциплин типа радиационной биологии, химической физики и т. д., так и традиционных, но обновившихся дисциплин. Современная астрономия позволяет по-новому осветить проблему конечности и бесконечности Вселенной («красное смещение», теория «горячей Вселенной»); биология отчасти в связи с крайним обострением экологических проблем стала подлинной «наукой завтрашнего дня» (генная инженерия, целостное понимание организма и экосистем); психология раскрывает новые возможности человеческой психики и переосмысляет традиционные схемы отношений между физиологическим и психическим уровнями; общественно-исторические дисциплины разработали как методологический, так и конкретно-научный (расшифровка древнейших письменностей, стыковка археологии с палеоантропологией и т. д.) аппарат, позволяющий проникнуть в глубь истории до немыслимых ранее пределов. Для стадии «большой науки», по своему содержанию совпадающей с НТР, отмечается и ряд общеструктурных отличий от предыдущей науки: чрезвычайно быстрый рост «армии профессиональных ученых» и затрат на НИОКР, рост участия государства в финансировании и управлении НИОКР,

«общественное разделение труда в науке — по используемым методам (теоретики и экспериментаторы) и по выполняемым функциям (собственно исследователи, информационные работники, организаторы и т. д.)» [143, с. 11]. Очевидно значение всех этих достижений для характеристики системного состояния современной науки. В то же время эта характеристика затрудняется тем, что для системности науки периода НТР еще не решен один из ключевых вопросов исследования конкретных систем [28, с. 24] — вопрос о нахождении системообразующего фактора.

Как мы уже отмечали, при неизменном сохранении детерминирующей роли социальных потребностей для всех системных состояний науки, посредующая между этим фактором и развитием науки функция определена неоднозначно для различных этапов. Посредующая функция, выступающая как системообразующий фактор и в то же время как фактор различия в темпах и направлениях научного прогресса, на архаической стадии, когда отличия по уровню производительных сил еще не слишком значительны, представляет собой более или менее прямую зависимость от времени развития данной цивилизации при определенных предпосылках (наличие оседлости, городов, позднее — торговли, мореплавания и т. д.); в античной и средневековой фазах в качестве посредующей функции выступает полисно-демократическая структура центров древнегреческой культуры и различные образования корпоративного типа (цехи, коллегии схоластов, врачей и т. д.) в средневековых городских общинах, воспринявших и динамично развивших роль центров торговли, мореплавания и культуры. В «классическом» системном состоянии науки системообразующую роль играет сначала (как и на предыдущем этапе) мореплавание и расширение географического (и в связи с этим астрономического, геодезического, таксономического и т. д.) кругозора, а затем, в условиях развитого капитализма, — потребности растущего машинного производства. Постепенно приобретает целостный характер комплекс обратных связей между теоретической сферой, прикладной наукой и ее производственными применениями, и именно с этим комплексом (хотя приобретшим гораздо более всеобъемлющий характер) связана эволюция науки на этапе НТР.

Стремительный темп происходящих событий не дает какой-либо одной сфере применения науки долговременного преобладания, подобного тому, которое было свойственно, например, мореплаванию в эпоху великих географических открытий. В разное время и в разной мере системообразующую роль приобретают исследование космоса, мирового океана, новых материалов, вакуума и т. д.

Особенно важно для системного преобразования науки на этапе НТР то, что социальная детерминация науки выступает не каким-то внешним фактором или средой, но как определенная сущность самой науки, которая не есть нечто скрытое «за» наукой, но совпадает с ее употреблением и функцией как носителя всеобщего знания. Такая «самоопределенность» науки может рассматриваться если не как системообразующий фактор НТР, то во всяком случае как неотъемлемая сторона этого фактора.

Благодаря тенденции науки к интеграции на этапе НТР системообразующие факторы все в большей мере совпадают с интегративными, растет системообразующая роль модусов институционализации, включая комплексные научные проекты, финансируемые и осуществляемые государством. Растет на этапе НТР также системообразующая (для многих отраслей естественнонаучных исследований) роль комплексной автоматизации и кибернетизации производства, предъявляющего все более настоятельные требования к фундаментальной науке.

Если сравнивать в параметрическом плане НТР с предыдущими системными состояниями науки, то можно отметить некоторые общие тенденции. Архаическое состояние науки для всех параметрических уровней характеризуется тем, что происходят как бы поиски ощупью, ведущие к созданию первичного и почти недифференцированного комплекса параметров соответствующего уровня. Антично-средневековое системное состояние порождает уже более или менее близкий к современному набор параметров развития науки (по всем уровням), хотя закономерности изменения этих параметров и тем более значения параметров весьма далеки от современности. Это противоречие на данном этапе развития социальных факторов науки выступает как непреодолимое и ведет к деструкции системы параметров (обычно под влиянием разложения породившей ее урбанистически-навигационной социальной структуры). В течение классического пе-

риода ведущие масштабные, коммуникационные и интегративные параметры науки приобретают стабильный и в общих чертах современный характер в том, что касается закономерностей их движения (экспоненциальный рост, тенденции дифференциации и интеграции), но не их значений. Можно сказать, что в течение архаического периода сформировалась исходная («нулевая») точка для параметров объема науки, в течение антично-средневекового впервые вычленились пропорции науки, для классического периода характерно развитие форм коммуникации, а для НТР на первый план выступает научная интеграция, протекающая на базе установившейся структуры низших параметрических уровней.

В то же время можно видеть, что в течение архаического и антично-средневекового системных состояний выработан набор параметров науки, в продолжение «классического» — закономерности их движения, современного (НТР) — стабильный комплекс значений параметров.

Отсюда, разумеется, не вытекает, что эти значения перестают изменяться. Но их изменения приобретают сравнительно с предыдущими состояниями более регулярный характер. В то же время по многим ведущим параметрам наука как система «максимизируется» (по масштабам, эффективности, глобальности коммуникации), т. е. переходит к состоянию или, точнее, серии состояний, по существу сравнимых только друг с другом, но не с предшествующими системными состояниями. Вряд ли, например, имеет смысл сопоставлять абсолютный прирост численности современных химиков или физиков с таковым для «классического» и более ранних системных состояний науки или проводить аналогичное сопоставление для производственной отдачи соответствующих дисциплин. Значения показателей будут слишком различны. И тем не менее сами закономерности изменения восходят к ранним этапам; например, экспоненциальный рост числа научных журналов, как теперь хорошо известно, прослеживается со времени выхода первых изданий этого типа, начиная приблизительно с середины XVII в.

При рассмотрении вопроса о дальнейших тенденциях развертывания НТР и специфике ее будущих состояний в структурно-параметрическом плане необходима осторожность, поскольку здесь историк может легко поддаться соблазну представить будущее как простое продолжение

настоящего. Справедливо замечено, что если «среди пещерных жителей существовали бы писатели-фантасты, они паверняка представили бы себе город будущего не иначе, как в виде огромной пещеры» [19, с. 102]. В то же время в процессе исторического развития науки иногда мыслимо и даже неизбежно воспроизведение (в совершенно новых формах) некоторых черт предшествующих этапов (например, предвидимое в будущем коммуникационно-языковое единство человечества, отсутствовавшее в актуальной форме со времен первичного расселения *Homo sapiens*).

Согласно И. С. Шкловскому и некоторым другим советским исследователям, вполне вероятно уникальность человечества, единственность «земного варианта» разумной жизни, и в таком случае, «хотя идеи геоцентризма оказались в старом варианте ложными, однако в них, по-видимому, имелись и рациональные зерна. Отвергая средневековую религиозно-идеалистическую их интерпретацию, можно сохранить и развить эти моменты истины, по-новому истолковав их... В наш космический век наблюдается как бы возврат к прошлому — отрицание отрицания» [198, с. 137—138]. Если говорить о науке как системе, только ее история, причем история, структурированная, эшелонированная путем выделения параметров, системных состояний, уровней строения, может дать основу для прогноза. При этом мы не отрицаем правомерности (в определенной узкой сфере) методов экстраполяции, прогнозирования методами информатики [143] и даже возможности использования научно-фантастической литературы для анализа гипотетических параметров будущей науки. Однако все эти сами по себе весьма волнующие проблемы должны быть предметом особого исследования.

С точки зрения глобальной дифференциации и «разделения труда» в сфере науки между различными странами для современного естествознания также характерна историческая преемственность, в силу которой направленность исследования в какой-то мере определяется прошлым. Так, большое внимание в Индии к фундаментальной науке и крупные достижения индийских физиков-теоретиков и биологов в какой-то мере могут быть связаны с традиционной устремленностью индийской мысли к решению онтологических и натурфилософских проблем, так же как исторически выработанная способ-

ность к широким и глубоким культурным заимствованиям в сочетании со стремлением к практичности исследований связана с успехами Японии в научно-прикладной и патентно-лицензионной сферах.

Региональные различия в научной тематике и подходах выражены и в СССР, где, например, в науке Казахской ССР первостепенное развитие получили геологические изыскания, в Туркмении — биологические, а в Академии наук Азербайджанской ССР «главные направления исследований связаны с разведкой, добычей и особенно химической переработкой нефти и газов» [71, с. 253].

Однако гораздо большее значение, чем эти региональные различия, связанные с традициями и местными особенностями, приобретает на этапе НТР структурное различие между социалистической и капиталистической системами организации науки. Это различие связано с изменением социально-продуктивной функции самой науки и научного труда в эпоху НТР: если уже в XVIII—XIX вв. естествознание стало непосредственной производительной силой общества, то теперь вследствие расширения социальной базы всеобщего труда наука становится всеобщей производительной силой [51]. «Если по мере автоматизации при капитализме технологическая функция техники приходит во все большее противоречие с социально-экономической, то автоматизация при социализме и коммунизме означает, наоборот, растущую адекватность этих двух функций техники» [там же, с. 135]. Наука и ее технологические применения воздействуют на общество через повышение производительности труда, рост и модификацию направленности общественного разделения труда, через высвобождение творческих сил человека от давления механических форм деятельности.

Для конкретного проявления всех этих потенций науки первостепенное значение имеет социальная среда, в которой протекает НТР. Тот факт, что в условиях капитализма огосударствление науки идет гораздо быстрее и успешнее, чем национализация каких-либо других отраслей народного хозяйства, доказывает, что наука периода НТР по своей природе наиболее противоречит «классическим» частнокапиталистическим формам присвоения. Если она, однако, функционирует в рамках этих форм, как она в той или иной мере способна функционировать вообще в рамках любых, в том числе и крайне не-

благоприятных ей общественных форм, то это сопряжено с острыми противоречиями, выражаемыми в виде растущего недовольства ученых использованием науки в корыстных интересах правящего класса, милитаризацией науки, коммерческим и военным засекречиванием, господством монополий и различными формами дискриминации в подготовке и использовании научных кадров. «Кто бы ни был фактическим творцом новой научной идеи, какой бы частной компании ни принадлежало юридическое право на ее потребление, рано или поздно обладателем этой идеи становится все общество... Всеобщий характер научного производства, равным образом и всеобщий способ присвоения продуктов этого производства противоречат экономическим законам капиталистического общества и находятся в полном соответствии с социально-экономическими законами коммунистического общества» [51, с. 211—212].

Если слияние научной революции с технической имеет место как при капитализме, так и при социализме, то перерастание НТР в производственную революцию возможно лишь в условиях обобществленного труда. Такое перерастание должно возыметь кардинальные последствия в плане изменения структуры науки и научной деятельности — изменения, которое при своем разворачивании, очевидно, будет равносильно рождению нового системного состояния науки.

При этом, как и во многих других случаях, по словам К. Маркса, «материальная возможность последующей формы... создается в рамках предшествующей формы»²⁰. Имеется в виду такая форма, как способ производства, но данное положение применимо и к смене форм бытия науки, к смене системных состояний в истории науки. Соответственно материальная возможность будущего системного состояния науки создается на этапе НТР в ее технологических и теоретических структурах, функционирующих при социалистическом типе организации науки.

Детально представить себе параметрическую структуру будущего, пятого системного состояния науки мы в настоящее время еще не можем. Однако оправданно, по видимому, допущение о том, что на объемном уровне это состояние будет характеризоваться увеличением количе-

²⁰ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 47, с. 461.

ства получаемых знаний, численности кадров и прочих показателей, рассмотренных в гл. II, возможно, вплоть до полного совпадения объема науки с объемом производительно-активной части общества (например, при определенной степени привлечения к науке всего дееспособного населения — см. [51]); оптимизацию (гармонизацию) следует допустить и для уровня пропорций и коммуникации, поскольку планомерность в развитии науки приобретает особенно эффективные, возможно, неизвестные еще нам сегодня формы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системное описание науки представляет собой один из важных инструментов ее анализа как целостного явления, как феномена, сочетающего в себе организационные и информационные, индивидуальные и социальные, логические и психологические стороны. В частности, определенный вклад в этот анализ может внести и параметрическое рассмотрение, позволяющее в отдельных случаях по-новому поставить теоретические проблемы описания науки как системы, а также некоторые практические вопросы, связанные с системностью науки и с ее организацией. На этапе НТР такие вопросы нередко приобретают общегосударственное значение.

В то же время несомненна и актуальность вопросов организации науки с точки зрения отдельных ученых-специалистов, как находящихся на переднем крае естествознания (таких, например, областей, как атомная физика или молекулярная биология), так и традиционных, установившихся дисциплин, от которых трудно ожидать переворотов, но работники которых столь же заинтересованы в осмыслении роли и места их науки. Современная наука выросла в сложнейшую систему, по отношению к которой аспекты, непосредственно попадающие в поле зрения отдельного специалиста, представляют не более как верхушку айсберга. Все элементы науки, с которыми имеет дело специалист в своей повседневной научной деятельности, представляют собой отражение или частные случаи более общих явлений и могут быть адекватно поняты только в связи с ними, т. е. в конечном счете с образом науки как системы.

Иными словами, всякий компонент науки и научной деятельности, будем ли мы анализировать его в индивидуальном или общественном плане, должен рассматриваться как пересечение исторической, логической, организационной, психологической и прочих «координат», взятых в целостности. Только при этом условии любой ком-

понент может быть полностью осмыслен и, что особенно важно, может быть подвергнут целенаправленному воздействию. Речь идет, таким образом, о важном условии управления компонентами науки или, поскольку в плане нашего рассмотрения компоненты, как было показано, с достаточной степенью приближения могут быть заменены на параметры, об условии управления параметрами науки.

Среди задач системного подхода выделяется построение структурированной модели науки, модели, учитывающей и относительную «простоту», «понятность» науки, первичной, естественной, нерасчленимой «установки на исследование» и «сложность» науки, ее многоаспектность и многоуровневость. Собственно говоря, «простота» и «очевидность» научного подхода возникает как результат сложности структуры науки, в которой важнейшую роль играют высшие структурные слои, объединенные в настоящем исследовании в уровень интегративных параметров. Сложность структуры науки выступает как неизбежная предпосылка, вскрываемая в результате анализа самого понятия исследовательской деятельности, анализа, в котором равно весомыми являются и логические и эмпирические приемы.

Создание системной модели науки имеет практическое значение. В сфере управления наукой некоторые материальные и моральные издержки могли бы быть радикально снижены или даже устранены при учете закономерностей такой модели. Например, учитывая возможности воздействия высших структурных уровней на низшие, можно до известной степени высвободить резервы финансирования и вообще материального обеспечения науки путем ее оптимизации по параметрам, связанным с социальным статусом науки. Существенно также соблюдение надлежащих пропорций между различными компонентами науки, даже в тех случаях, когда это не ведет к непосредственной производственной отдаче: например, для правильного функционирования науки в целом, и в том числе естествознания как системы, необходим и определенный объем гуманитарного знания, и его непрерывное приращение, которое нельзя сводить к каким бы то ни было соображениям прямой эффективности. Только понимание науки как системы может в полной мере привести к обоснованию оптимальности того или иного вида подоб-

ных соотношений в рамках современной науки, которая всё больше приобретает характеристики управляемой системы. Конечно, в полном объеме задача построения системной модели науки — это задача будущего, для ее решения требуется немало предварительных изысканий, и ничто не говорит в пользу того, что эта проблема может быть решена единственным путем, или что для различных конкретных целей не окажется необходимым построение различных системных моделей.

Выбор целесообразной модели равносителен выбору соответствующего данным целям способа описания науки как системы. Общими для различных способов остаются исходные требования системного подхода: описание должно иметь в виду целое описываемой системы, но рефлексированное через представление о ее множественности, воплощаемой в уровневом, аспектном, компонентном, параметрическом расчленении, т. е. о ее структуре. На первый план при этом выступает именно уровневое расчленение, поскольку системное представление структуры иерархично по своему существу, основано на упорядочении элементов структуры по слоям в зависимости от их значимости и отношения к целому, рассматриваем ли мы в качестве этих элементов параметры системы или вообще отдельные ее компоненты (т. е. элементы системы: в данном случае следует отличать элементы системы от элементов ее структуры, которыми могут быть и параметры, свойства и т. д.).

При параметрическом представлении любой системы могут быть выделены по крайней мере три группы параметров, отвечающих требованиям, предъявляемым к понятию уровня, а именно уровни параметров, характеризующих систему в целом, систему как совокупность подсистем и систему как набор элементов. Подсистема есть нечто принципиально отличное от элемента, и даже в том случае, когда она состоит лишь из одного элемента, оба эти компонента (т. е. элемент и подсистема) отвечают различному рассмотрению, подобно тому как в теории множеств принципиально различаются элемент и подмножество. Разбиение системы на элементы соответствует ее аддитивному, атомизирующему рассмотрению, в то время как разбиение на подсистемы акцентирует внимание на взаимосвязи выделяемых компонентов.

В параметрическом представлении науки как системы роль первой из перечисленных групп (уровней) играют интегративные параметры науки, роль второй группы — коммуникационные параметры, роль третьей группы — масштабные. Очевидно совпадение этой классификации с иерархией, полученной в § 3 гл. I в результате определения научной деятельности сначала в наиболее обобщенных чертах, затем как процесса распространения информации и наконец, как количественное выражение этого процесса. Это совпадение отражает тот факт, что набор параметров научной деятельности повторяет структуру соответствующего набора для всей науки.

С помощью трехуровневого параметрического представления мы сделали попытку создать образ науки как развивающегося живого целого, в своих проявлениях охватывающего практически всю современную культуру и имеющую в то же время глубокие исторические корни. Изучение параметров развития науки открывает ряд важных точек соприкосновения между системным и историческим подходами.

При всей важности раскрытия фактуального прошлого науки и ее связи с социальными условиями, оба эти часто противопоставляемых друг другу подхода в историографии науки даже в своей совокупности не исчерпывают возможностей реконструкции прошлых состояний науки: столь же важной для этой реконструкции, а также для объединения двух упомянутых подходов является задача восстановления науки разных эпох в аспекте ее целостности, задача анализа системных состояний науки. Этот анализ способствует и пониманию современного системного состояния или состояний (в разных странах) науки как этапа, служащего переходом к будущим состояниям. Надо учитывать, что любое состояние науки может быть исследовано с информационной, содержательной стороны, составляющей специфику науки, и со стороны организационной, которая включает институционализацию и внешние факторы воздействия на науку, но является гораздо менее специфичной для науки, хотя и необходимой.

Исследование отдельных параметров развития науки не должно заслонять описание функционирования науки в целом, какие бы трудности ни стояли на этом пути. Для понимания целостного характера науки как системы

важно уяснить взаимопроникновение всех трех групп параметров науки, взаимопроникновение, которое в ряде важных моментов можно рассматривать и как тождество, но которое не может быть понято без предварительного уяснения различий между этими группами или уровнями. Параметры высших уровней неизбежно находят свое выражение в параметрах низших уровней, но, что мы и пытались показать, ими не исчерпываются. Влияние информационных параметров высших уровней сказывается при этом на низших уровнях не непосредственно, но опосредуется организационными параметрами сначала высших, а затем и низших уровней. В этом и сказывается взаимопроникновение различных уровней параметров, как и в том, что параметры низших уровней при определенных условиях могут играть интегративную роль.

Например, возрастание такого интегративного параметра науки, как ее престиж, не может не проявиться и в возрастании чисто масштабных параметров: численности людей, посвящающих себя науке, ее доли в национальном бюджете и т. п.

Существует зависимость между интегративными информационными и масштабными информационными параметрами, например между степенью дифференциации науки на дисциплины и ростом числа открытий в этих дисциплинах. Механизм осуществления этой зависимости связан с различными социально-организационными факторами и параметрами: дифференциация на дисциплины ведет к организационному оформлению каждой дисциплины, к перераспределению научных сил и их концентрации на отдельных участках научного фронта, что имеет дальнейшим последствием увеличение числа прорывов на этих участках. Наоборот, влияние «снизу вверх» имеет место, например, в случае, когда коммуникационные параметры приобретают интегрирующую функцию (роль интенсивности общения ученых как фактора интеграции научного сообщества), или когда установление оптимальных (для данных социальных условий и для данной стадии научного прогресса) пропорций науки способствует ее превращению в гармоничное целое.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аваков Р. М.* Развивающиеся страны: научно-техническая революция и проблемы независимости. М.: Мысль, 1976. 295 с.
2. *Аверинцев С. С.* Порядок космоса и порядок истории в мировоззрении раннего средневековья.— В кн.: Античность и Византия. М.: Наука, 1975, с. 266—285.
3. *Акчури И. А.* Единство естественнонаучного знания. М.: Наука, 1974. 206 с.
4. *Алексеев И. С.* Развитие представлений о структуре атома. Новосибирск: Наука, 1968. 130 с.
5. *Алексеев Н. Г.* Типологическая проблематика в изучении целостных образований.— В кн.: Системные исследования — 1977. М.: Наука, 1977, с. 237—249.
6. *Алексеев Н. Н.* Науки общественные и естественные в историческом взаимоотношении их методов. М., 1912. Ч. 1. 270 с.
7. *Андреанов Б. В.* Роль перехода к земледелию в историческом процессе.— В кн.: Проблемы этнографии и антропологии в свете научного наследия Ф. Энгельса. М.: Наука, 1972, с. 112—133.
8. *Апокин И. А., Майстров Л. Е.* Развитие вычислительных машин. М.: Наука, 1974. 399 с.
9. *Ахутин А. В.* История принципов физического эксперимента от античности до XVII в. М.: Наука, 1976, 291 с.
10. *Бартольд В. В.* Культура мусульманства. Пг.: Огни, 1918, 112 с.
11. *Бартольд В. В.* Улугбек и его время.— Зап. Рос. акад. наук ист.-фил. отд. 1918, т. 13, № 5, с. 1—160.
12. *Бастракова М. С.* Становление советской системы организации науки (1917—1922) М.: Наука, 1973. 294 с.
13. *Батеньков Г. С.* Письма.— В кн.: Русские пропилеи. М., 1916, с. 41—82.
14. *Батищев Г. С.* Противоречие как категория диалектической логики. М.: Высшая школа, 1963. 119 с.
15. *Батюшков Н. Д.* Связь экономических явлений с законами энергии.— ЖМНП, 1889, № 3/4, с. 1—101.
16. *Бахтин В. В.* Школьная жизнь в Париже XII века.— В кн.: Средневековый быт. Л.: Время, 1925, с. 206—232.
17. *Беднарчик А.* Системный подход к морфологии (на материале морфологии И. В. Гёте).— В кн.: Системные исследования — 1973. М.: Наука, 1973, с. 258—264.
18. *Безобразов П. В.* Византийский писатель и государственный деятель Михаил Пселл. М., 1890. Ч. 1. 194 с.

19. *Белкин С. И.* Путешествие по кораблям. Л.: Судостроение, 1972. 307 с.
20. *Беляев Е. А.* Организация научных исследований в университетах: На материалах СССР и США.— В кн.: Организация научной деятельности. М.: Наука, 1968, с. 72—106.
21. *Бернал Дж.* Наука в истории общества. М.: ИЛ, 1956. 735 с.
22. *Берталанфи Л.* История и статус общей теории систем.— В кн.: Системные исследования — 1973. М.: Наука, 1973, с. 20—37.
23. *Библер В. С.* Мышление как творчество (введение в логику мысленного диалога). М.: Политиздат, 1975. 399 с.
24. *Библер В. С.* О культуре мышления теоретика Нового времени.— В кн.: Науковедение и история культуры. Ростов н/Д: Изд-во Ростов. ун-та, 1973, с. 134—170.
25. *Бицилли П. М.* Элементы средневековой культуры. Одесса: Гносис, 1919. 167 с.
26. *Блауберг И. В.* Системный подход как предмет историко-научной рефлексии.— В кн.: Системные исследования — 1973. М.: Наука, 1973, с. 7—19.
27. *Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г.* Системные исследования и общая теория систем.— В кн.: Системные исследования — 1969. М.: Наука, 1969, с. 7—29.
28. *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Становление и сущность системного подхода. М.: Наука, 1973. 268 с.
29. *Блэкетт П.* Ученый и слабообразованные страны.— В кн.: Наука о науке. М.: Прогресс, 1966, с. 46—64.
30. *Бобров Е. Г.* Российские ученики и корреспонденты Карла Линнея.— В кн.: Карл Линней: 250 лет со дня рождения (1707—1957). Сб. ст. М.: Изд-во АН СССР, 1958, с. 113—154.
31. *Богданович В. И.* К определению понятия «системный параметр».— В кн.: Системные исследования — 1972. М.: Наука, 1972, с. 158—164.
32. *Богомолов А. С.* Определечивание, ценности и социологическое познание. М., 1974. 10 с. (VIII Всемирный социологический конгресс).
33. *Больцман Л.* Очерки методологии физики. М.: Изд. Тимирязевского НИИ, 1929. 133 с.
34. *Больцман Л.* Статьи и речи. М.: Наука, 1970. 405 с.
35. *Боннар А.* Греческая цивилизация. М.: ИЛ, 1958. Т. 1. 256 с.; 1959. Т. 2. 316 с.; 1962. Т. 3. 1385 с.
36. *Бор Н.* Избранные научные труды. М.: Наука, 1971. Т. 2. 675 с.
37. *Борисковский П. И.* Древнейшее прошлое человечества М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 223 с.
38. *Боричевский И. А.* Науковедение как точная наука.— Вестник знания, 1926, № 12, с. 782—785.
39. *Бриллоэн Л.* Научная неопределенность и информация. М.: Мир. 1966, 300 с.
40. *Быков Г. В.* Основные химические школы середины XIX в.— В кн.: Школа в науке. М.: Наука, 1977, с. 399—407.
41. *Вальден П. И.* Наука и жизнь. Пг.: Научное химико-техн. изд-во, 1918, Ч. 1, 112 с.; 1919. Ч. 2. 148 с.; 1921. Ч. 3. 223 с.
42. *Варшавский К. М., Орлов В. Н.* Научно-руководящий персонал как элемент должностной структуры научных кадров.— В кн.: Научно-техническая революция и изменение структуры научных кадров в СССР. М.: Наука, 1973, с. 41—47.

43. *Васильев Р. Ф.* О количестве публикаций и частоте их цитирования как наукометрических показателях.— В кн.: Исследование операций и анализ развития науки: Материалы к симпозиуму. М.: 1967, ч. 1, с. 41—44.
44. *Вернадский В. И.* О государственной сети исследовательских институтов.— В кн.: Отчеты деятельности Комиссии по изучению естественных производительных сил России. Пг., 1916, с. 1—6.
45. *Вернадский В. И.* Очерки и речи. Пг: Науч. химико-техн. изд-во, 1922. Ч. 1. 159 с.
46. *Вернадский В. И.* О задачах и организации прикладной научной работы Академии наук СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1928. 43 с.
47. *Вернадский В. И.* Размышления натуралиста. М.: Наука, 1975. Кн. 1. 173 с.; 1977. Кн. 2. 191 с.
48. *Веселовский И. Н.* Некоторые замечания переводчика.— В кн.: Ван дер Варден Б. Л. Пробуждающаяся наука. М.: Физматгиз, 1959, с. 435—454.
49. *Винер Н. Я* — математик. 2-е изд. М.: Наука, 1967, 355 с.
50. *Виноградов И. С.* О порядке размещения таксонов в системах и файлах.— Зап. ЦКО ВВО, 1972, вып. 3, с. 3—28.
51. *Волков Г. Н.* Социология науки. М.: Политиздат, 1968. 328 с.
52. *Володарский А. И.* Очерки истории средневековой индийской математики. М.: Наука, 1977. 182 с.
53. *Волошин М. А.* О самом себе.— В кн.: Максимилиан Волошин — художник: Сборник материалов. М.: Сов. художник, 1976, с. 41—48.
54. *Воробьев М. В., Соколова Г. А.* Очерки по истории науки, техники и ремесла в Японии. М.: Наука, 1976. 231 с.
55. *Воскресенский Д. Н.* Человек в системе государственных экзаменов.— В кн.: История и культура Китая. М.: Наука, 1974, с. 325—361.
56. Всемирная история. М.: Госполитиздат, 1956. Т. 1. 747 с.
57. *Выготский Л. С.* Развитие высших психических функций. М.: Изд-во Акад. пед. наук СССР, 1960. 500 с.
58. *Гвишиани Д. М.* Социальная роль науки и политика государства в области науки.— В кн.: Социологические проблемы науки. М.: Наука, 1974, с. 176—253.
59. *Гегель.* Философия истории.— В кн.: Гегель. Соч. М.—Л.: Госполитиздат, 1935. Т. 8. 470 с.
60. *Гейзенберг В.* Философские проблемы атомной физики. М.: ИЛ, 1953. 136 с.
61. *Гессен Б. М.* Социально-экономические корни механики Ньютона. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1933. 77 с.
62. *Гиппократ.* Избранные книги. М.: Биомедгиз, 1936. 736 с.
63. *Горохов В. Г.* К проблеме рассмотрения науки как системы.— В кн.: Системные исследования — 1973. М.: Наука, 1973, с. 211—217.
64. *Горькова В. И.* Слежение за тенденциями развития науки по данным научно-технической информации.— В кн.: Науковедение и информатика. Киев, 1971, вып. 4, с. 93—102.
65. *Гриффит Б. Ч., Маллинз Н. Ч.* Социальные группировки в развитии науки.— В кн.: Коммуникация в современной науке. М.: Прогресс, 1976, с. 131—154.

66. *Грушин Б. А.* Очерки логики исторического исследования. М.: Высшая школа, 1961. 214 с.
67. *Гумилев Л. Н.* Древние тюрки. М.: Наука, 1967. 501 с.
68. *Гуревич А. Я.* Категории средневековой культуры. М.: Искусство, 1972. 318 с.
69. *Густавсон Г. Г.* Александр Михайлович Бутлеров как представитель школы.— Журнал рус. физ.-хим. об-ва, 1887, т. 19. Приложение, с. 58—68.
70. *Даннеман Ф.* История естествознания: Естественные науки в их развитии и взаимодействии. М.: Медгиз, 1932. Т. 1. 432 с; 1935. Т. 2. 408 с.; 1938. Т. 3. 357 с.
71. *Дуженков В. И.* Организация фундаментальных исследований в академиях наук союзных республик.— В кн.: Организация научной деятельности. М.: Наука, 1968, с. 236—253.
72. *Декарт Р.* Рассуждение о методе. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 656 с.
73. *Добров Г. М.* О предвидении развития науки.— Вопросы философии, 1964, № 10, с. 71—82.
74. *Добров Г. М.* Наука о науке, 2-е изд. Киев: Наук. думка, 1970. 317 с.
75. *Добров Г. М., Коренной А. А.* Наука: информация и управление. М.: Сов. радио, 1977. 256 с.
76. *Добров Г. М.* и др. Организация науки. Киев: Наук. думка, 1970. 201 с.
77. *Добров Г. М.* и др. Информационный анализ функционирования науки.— В кн.: Методологические проблемы кибернетики. М.: 1970, Т. 2.
78. *Дэвидсон Б.* Африканцы: Введение в историю культуры. М.: Наука, 1975. 279 с.
79. *Еленкин А. А.* Наука как продукт национального творчества (Вместо предисловия).— В кн.: Еленкин А. А. Флора мхов Средней России. Юрьев, 1909, с. 3—22.
80. *Завьялов П. С.* Научно-техническая революция и международная специализация производства при капитализме. М.: Мысль, 1974. 334 с.
81. *Заде Л. А.* Тепл нечетких множеств.— В кн.: Проблемы передачи информации. М.: Мир, 1966, т. 2, вып. 1, с. 37—44.
82. *Заржицкая Л. В., Зворыкин А. А., Спасский Б. П.* Применение количественных методов для качественной оценки разделов физики.— В кн.: 2-е Всесоюзное совещание по количественным методам в социологии. М.: Наука, 1967, с. 59—65.
83. *Зворыкин А. А., Осьмова Н. И., Чернышев В. И., Шухардин С. В.* История техники. М.: Соцэкгиз, 1962, 772 с.
84. *Зинченко В. П., Гордон В. М.* Методологические проблемы психологического анализа деятельности.— В кн.: Системные исследования — 1975. М.: Наука, 1975, с. 82—127.
85. *Иванов А. П.* Вычислительные параметры экономических задач. М.: Экономика, 1976. 82 с.
86. *Иванова Т. П.* О коммуникационных елипсах исследовательского сообщества.— В кн.: Системные исследования — 1975. М.: Наука, 1976, с. 54—63.
87. *Ильенков Э. В.* Диалектическая логика. М.: Политиздат, 1974. 269 с.

88. История древнего мира. М.: Соцэкгиз, 1936. Т. 2, ч. 1. 361 с.
89. История Китая с древнейших времен до наших дней. М.: Наука, 1974. 532 с.
90. История энергетической техники. 2-е изд. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1960. 664 с.
91. *Каныгин Ю. М.* Капитальные вложения и наука.— В кн.: Системный подход в экономических исследованиях. Новосибирск: Наука, 1971, ч. 2, с. 69—85.
92. *Капица П. Л.* Будущее науки.— В кн.: Наука о науке. М.: Прогресс, 1966, с. 107—131.
93. *Капица П. Л.* Теория, эксперимент, практика. М.: Знание, 1966. 48 с.
94. *Кардано Дж.* О моей жизни. М.: Academia, 1938. 246 с.
95. *Карпинская Р. С., Хон Г. Н.* Принцип редукции в системе методов исследования живого.— В кн.: Взаимодействие методов естественных наук в познании жизни. М.: Наука, 1976, с. 322—333.
96. *Карпов М. М.* Основные закономерности развития естествознания. Ростов н/Д: Изд-во Ростов. ун-та, 1963. 302 с.
97. *Карцев В. П.* Открытие Кавендишской лаборатории и первые годы Кавендишской научной школы.— В кн.: Школы в науке. М.: Наука, 1977, с. 363—379.
98. *Кедров Б. М.* Диалектическая логика как обобщение истории естествознания.— В кн.: Очерки истории и теории развития науки. М.: Наука, 1969, с. 9—34.
99. *Кедров Б. М.* Принцип историзма и его приложение к системному анализу развития науки.— В кн.: Системные исследования — 1974. М.: Наука, 1974, с. 5—18.
100. *Кедров Б. М.* Диалектический путь теоретического синтеза современного естественнонаучного знания.— В кн.: Синтез современного научного знания. М.: Наука, 1973, с. 9—59.
101. *Кедров Б. М., Огурцов А. П.* Марксистская концепция истории естествознания (XIX век). М.: Наука, 1978, 663 с.
102. *Кедров Б. М., Спиркин А. Г.* Наука.— В кн.: Философская энциклопедия. М.: СЭ, 1964, т. 3, с. 562—584.
103. *Кинг А.* Наука интернациональна.— В кн.: Наука о науке. М.: Прогресс, 1966, с. 132—148.
104. *Козлов В. Б., Кораблева Н. Н.* Системный подход при проектировании Братско-Илимского территориально-промышленного комплекса. М.: Информэнерго, 1976. 64 с.
105. *Конрад Н. И.* Запад и Восток. 2-е изд. М.: Наука, 1972. 582 с.
106. *Копелевич Ю. Х.* Возникновение научных академий. Л.: Наука, 1974. 265 с.
107. *Коростовцев М. А.* Наследие древнего Египта.— В кн.: Культура Древнего Египта. М.: Наука, 1976, с. 425—436.
108. *Корхов Ю. А., Сахаров А. М.* Цехи.— В кн.: Советская историческая энциклопедия. М.: Изд-во СЭ, 1974, т. 15, с. 759—764.
109. *Косарева Л. М.* Предмет науки. М.: Наука, 1977. 156 с.
110. *Коул Дж. Р.* Схемы интеллектуального влияния в научных исследованиях.— В кн.: Коммуникация в современной науке. М.: Прогресс, 1976, с. 390—426.
111. *Крейн Д.* Социальная структура группы ученых: проверка гипотезы о «невидимом колледже».— В кн.: Коммуникация в современной науке. М.: Прогресс, 1976, с. 183—218.

112. *Крестьянский В. И.* Структурные уровни живой материи. М.: Наука, 1969. 293 с.
113. *Кузаков В. К.* Очерки развития естественнонаучных и технических представлений на Руси в X—XVII вв. М.: Наука, 1976. 313 с.
114. *Кузнецов В. Г.* Эволюция картины мира. М.: Изд-во АН СССР, 1961, 352 с.
115. *Кузнецов В. Г.* Мировоззрение Эйнштейна и теория относительности. М.: Знание, 1964. 40 с.
116. *Кузьмин В. П.* Принцип системности в теории и методологии К. Маркса. М.: Политиздат, 1976. 247 с.
117. *Кун Т.* Структура научных революций. 2-е изд. М.: Прогресс, 1977. 300 с.
118. *Лей Г.* Очерк истории средневекового материализма. М.: ИЛ, 1962. 587 с.
119. *Леонтьев А. Н.* Деятельность, сознание, личность. 2-е изд. М.: Политиздат, 1977. 304 с.
120. *Либих Ю.* Индукция и дедукция. Пб., 1865. 31 с.
121. *Лиллей У.* Роль науки в развитии промышленности: историческое введение.— Мир науки, 1970, № 1, с. 24—27.
122. *Лоренц Г. А.* Электромагнитные явления в системе, движущейся с любой скоростью, меньшей скорости света.— В кн.: Принцип относительности. М.; Л.: ОНТИ, 1935, с. 16—50.
123. *Лурье С. Я.* Архимед. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1945. 271 с.
124. *Мандрыка А. П.* Организационные формы разработки механики в историческом аспекте.— Проблемы деятельности ученого и научных коллективов, 1970, вып. 3, с. 85—92.
125. *Маркова Л. А.* Об истории естествознания как науке и ее задачах.— В кн.: Очерки истории и теории развития науки. М.: Наука, 1969, с. 126—141.
126. *Масленников В. И.* США: государство и наука. М.: Наука, 1971. 217 с.
127. *Менделеев Д. И.* Перед картиною Куинджи.— Соч. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954, т. 24, с. 247—248.
128. *Менделеев Д. И.* Какая же академия нужна в России? — Новый мир, 1966, № 12, с. 176—191.
129. *Месарович М., Мако Д., Такакура И.* Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973. 344 с.
130. *Мец А.* Мусульманский ренессанс. 2-е изд. М.: Наука, 1973. 471 с.
131. *Мечников Л. И.* Цивилизация и великие исторические реки. 3-е изд. М.: Голос труда, 1924. 255 с.
132. *Микулинский С. Р.* О науковедении как общей теории развития науки. М.: Науч. симпозиум СЭВ, 1968. 21 с.
133. *Микулинский С. Р.* Современное состояние и теоретические проблемы истории естествознания как науки.— Вопросы философии, 1976, № 6, с. 74—86.
134. *Микулинский С. Р.* Контраверза: интернализм-экстернализм — мнимая проблема. М.: Наука, 1977. 35 с.
135. *Микулинский С. Р., Мирский Э. М.* Науковедение.— В кн.: БСЭ. 3-е изд. М.: СЭ, 1974, т. 17, с. 331—332.
136. *Микулинский С. Р., Родный Н. И.* Наука как предмет специального исследования.— Вопросы философии, 1966, № 5, с. 25—38.

137. *Микулинский С. Р., Родный Н. И.* История науки и науковедение.— В кн.: Очерки истории и теории развития науки. М.: Наука, 1969, с. 35—66.
138. *Микулинский С. Р., Уткина Н. Ф.* Проблемы развития науки в трудах биологов XIX в.— В кн.: Проблемы развития науки в трудах естествоиспытателей XIX века. М.: Наука, 1973, с. 166—209.
139. *Мирский Э. М.* Системный подход в изучении науки (методологические замечания).— В кн.: Системные исследования — 1973. М.: Наука, 1973, с. 187—202.
140. *Мирский Э. М.* Массив публикаций и система научной дисциплины.— В кн.: Системные исследования — 1977. М.: Наука, 1977, с. 133—158.
141. *Мирский Э. М., Садовский В. Н.* Проблемы исследования коммуникаций в науке.— В кн.: Коммуникация в современной науке. М.: Прогресс, 1976, с. 5—26.
142. *Михайлов А. И., Черный А. И., Гиляревский Р. С.* Основы информатики. 2-е изд. М.: Наука, 1968, 756 с.
143. *Михайлов А. И., Черный А. И., Гиляревский Р. С.* Научные коммуникации и информатика. М.: Наука, 1976. 434 с.
144. *Моль А.* Теория информации и эстетическое восприятие. М.: Мир, 1966. 351 с.
145. *Моль А.* Социодинамика культуры. М.: Прогресс, 1973. 405 с.
146. *Мотрошилова Н. В.* Наука и ученые в условиях современного капитализма. М.: Наука, 1976. 256 с.
147. *Монгайт А. Л.* Археология Западной Европы: Каменный век. М.: Наука, 1973. 355 с.
148. *Налимов В. В., Мульченко З. М.* Наукометрия. М.: Наука, 1969. 191 с.
149. *Нидам Дж.* Общество и наука на Востоке и на Западе.— В кн.: Наука о науке. М.: Прогресс, 1966, с. 149—177.
150. *Овчиников Н. Ф.* Структура.— В кн.: Философская энциклопедия. М.: СЭ, 1970, т. 5, с. 140—141.
151. *Огурцов А. П.* Отчуждение.— В кн.: Философская энциклопедия. М.: СЭ, 1967, т. 4, с. 189—194.
152. *Огурцов А. П.* Забытые изыскания.— Природа, 1976, № 2, с. 118—127.
153. *Огурцов А. П., Юдин Э. Г.* Деятельность.— В кн.: БСЭ. 3-е изд. М.: СЭ, 1972, т. 8, с. 180—181.
154. *Ольшки Л.* История научной литературы на новых языках. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1933. Т. 1. 294 с.; 1934. Т. 2. 241 с.; 1933. Т. 3. 324 с.
155. Организация науки в первые годы Советской власти (1917—1925): Сборник документов. Л.: Наука, 1968. 419 с.
156. *Пельц Д., Эндрюс Ф.* Ученые в организациях: Об оптимальных условиях для исследований и разработок. М.: Прогресс, 1973. 471 с.
157. *Петров М. К.* Системные характеристики научно-технической деятельности.— В кн.: Системные исследования — 1972. М.: Наука, 1972, с. 30—45.
158. *Петров М. К.* Язык и категориальные структуры.— В кн.: Науковедение и история культуры. Ростов н/Д: Изд-во Ростов. ун-та, 1973, с. 58—82.

159. *Петрова Т. М.* Методологические особенности количественного выделения структурных единиц науки.— В кн.: Системные исследования.— 1975. М.: Наука, 1976, с. 43—53.
160. *Пильников М. П.* Развитие основных параметров поршневых авиационных двигателей с 1918 по 1950 г.— Вопросы истории естествознания и техники, 1960, вып. 9, с. 91—101.
161. *Планк М.* Единство физической картины мира. М.: Наука, 1966, 287 с.
162. *Позднеева Л. Д.* Предисловие.— В кн.: Атеисты, материалисты, диалектики древнего Китая. М.: Наука, 1967, с. 5—42.
163. *Поргинов Г. Я., Уемов А. И.* Исследование зависимостей между системными параметрами с помощью ЭВМ.— В кн.: Системные исследования — 1971. М.: Наука, 1972, с. 103—127.
164. *Поуэлл С. М.* Первостепенное значение науки и техники для слаборазвитых стран.— В кн.: Наука о науке. М.: Прогресс, 1966, с. 65—93.
165. *Прайс Д.* Малая наука, большая наука.— В кн.: Наука о науке. М.: Прогресс, 1966, с. 236—254.
166. *Прайс Д.* Квоты цитирования в точных и неточных науках, технике и не-науке.— Вопросы философии, 1971, № 3, с. 149—155.
167. *Рабле Ф.* Гаргантюа и Пантагрюэль. М.: Худ. лит., 1973. 783 с.
168. *Радхакришнан С.* Индийская философия. М.: ИЛ, 1956. Т. 1. 623 с.; 1957. Т. 2. 731 с.
169. *Разумный В. М.* Оценка параметров автоматического контроля. М.: Энергия, 1975. 80 с.
170. *Родный Н. И.* Логика развития и проблема выбора направлений исследований. М. (Науч. симпозиум СЭВ). 1968. 24 с.
171. *Родный Н. И.* Проблемы научного творчества и организации науки в трудах естествоиспытателей.— В кн.: Очерки истории и теории развития науки. М.: Наука, 1969, с. 146—195.
172. *Родный Н. И.* Очерки по истории и методологии естествознания. М.: Наука, 1975. 424 с.
173. *Рожанский И. Д.* Анаксагор: У истоков античной науки. М.: Наука, 1972. 320 с.
174. *Рожанский И. Д.* Рим древний: Естественнаучные взгляды.— В кн.: БСЭ. 3-е изд. М.: СЭ, 1975, т. 22, с. 102—103.
175. *Садовский В. Н.* Наука о науке и общая теория систем.— В кн.: Материалы к польско-советскому симпозиуму по комплексному изучению развития науки. М., 1967, с. 65—69.
176. *Садовский В. Н.* Общая теория систем как метатеория.— Вопросы философии, 1972, № 4, с. 78—89.
177. *Садовский В. Н.* Основания общей теории систем: Логико-методологический анализ. М.: Наука, 1974. 276 с.
178. *Садовский В. Н.* Методология науки и системный подход.— В кн.: Системные исследования — 1977. М.: Наука, 1977, с. 94—111.
179. *Седов Л. И.* Мысли об ученых и науке прошлого и настоящего. М.: Наука, 1973. 119 с.
180. *Сичивица О. М.* Мобильность науки. Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1975. 255 с.
181. *Смирнов И. С.* Ленин и советская культура. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 448 с.

182. *Смит Д. М.* Проблема счета.— В кн.: На пути к теоретической биологии. М.: Мир, 1970, с. 116—119.
183. *Ставская Н. Р.* Философские вопросы развития современной науки. М.: Высшая школа, 1974. 229 с.
184. *Стройк Д.* Становление науки в США. М.: Прогресс, 1966, 479 с.
185. *Сухотин А. К.* Уплотнение знаний в процессе исторического развития науки.— В кн.: Некоторые закономерности научного познания. Новосибирск: Наука, 1964, с. 227—241.
186. *Таннери П.* Первые шаги древнегреческой науки. СПб., 1902. 465 с.
187. *Тахтаджян А. Л.* Тектология: история и проблемы.— В кн.: Системные исследования — 1971. М.: Наука, 1972, с. 200—277.
188. *Тимирязев К. А.* Наука и демократия. М.: Госиздат, 1920. 478 с.
189. *Тимирязев К. А.* Естествознание и ландшафт (Тернер).— Соч. М.: Сельхозгиз, 1938, т. 5, с. 429—436.
190. *Тураев Б. А.* История Древнего Востока, 5-е изд. Л.: Соцэкгиз, 1936, т. 1. 362 с.
191. *Тюхтин В. С.* Теория автоматического опознавания и гносеология. М.: Наука, 1976. 190 с.
192. *Уемов А. И.* Вещи, свойства и отношения. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 184 с.
193. *Уемов А. И.* Системы и системные исследования.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М.: Мысль, 1970, с. 64—86.
194. *Уемов А. И.* Планирование эксперимента и параметрическая теория систем.— В кн.: Системные исследования — 1977. М., Наука, 1977, с. 159—166.
195. *Уилсон М.* Американские ученые и изобретатели. М.: Знание, 1964. 151 с.
196. *Урманцев Ю. А.* Поли- и изоморфизм в живой и неживой природе.— Вопросы философии, 1968, № 12, с. 77—88.
197. *Урсул А. Д.* Отражение и информация. М.: Мысль, 1973. 231 с.
198. *Урсул А. Д.* Человечество, Земля, Вселенная. М.: Мысль, 1977. 264 с.
199. Уставы Академии наук СССР. М.: Наука, 1975. 206 с.
200. *Фараби.* Философские трактаты. Алма-Ата: Наука, 1970. 430 с.
201. *Федосеев П. Н.* Вступительное слово: (Учредит. съезд Филос. об-ва СССР).— Вопросы философии, 1972, № 1, с. 19—24.
202. *Федотов Г. П.* Абельяр. Пб.: Брокгауз — Ефрон, 1924. 156 с.
203. *Фейнман Р.* и др. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1965. Вып. 1. 267 с.
204. *Фролов Б. А.* Мотивация творчества в научном коллективе.— В кн.: Социально-психологические проблемы науки: ученый и научный коллектив. М.: Наука, 1973, с. 135—165.
205. *Хани Г.* История японского народа. М.: ИЛ, 1957. 214 с.
206. *Хованов Г. М.* О математическом описании темпов развития науки.— В кн.: Проблемы организации научных исследований и разработок. М.: Наука, 1967, с. 152—158.
207. *Цицерон М. Т.* Тускуланские беседы. Киев, 1888. Кн. 1. 208 с.; 1889. Кн. 2/3. 238 с.; 1889. Кн. 4/5. 250 с.
208. Человек и среда обитания. Л.: Геогр. об-во СССР, 1974. 249 с.
209. *Чепиков М. Г.* Интеграция науки. М.: Мысль, 1975. 246 с.
210. *Швырев В. С.* Неопозитивизм и проблемы эмпирического обоснования науки. М.: Наука, 1966. 215 с.

211. *Швырев В. С., Юдин Э. Г.* Мировоззренческая оценка науки. М.: Знание, 1973. 64 с.
212. *Шрейдер Ю. А.* О возможности теоретического вывода статистических закономерностей текста.— Проблемы передачи информации, 1967, т. 3, вып. 1, с. 57—63.
213. *Щедровицкий Г. П.* Проблемы методологии системного исследования. М.: Знание, 1964. 48 с.
214. *Эйкен Г.* История и система средневекового мирозерцания. СПб, 1907. 732 с.
215. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. М.: Наука, 1967. Т. 4. 599 с.
216. *Энгельгардт В. А.* Интегратизм — путь от простого к сложному в познании явлений жизни.— Вопросы философии, 1970, № 11, с. 103—115.
217. *Эшби У. Р.* Конструкция мозга: Происхождение адаптивного поведения. М.: ИЛ, 1962. 398 с.
218. *Юдин Б. Г.* Системные представления в функциональном подходе.— В кн.: Системные исследования — 1973. М.: Наука, 1973, с. 108—126.
219. *Юдин Э. Г.* Методологическая природа системного подхода.— В кн.: Системные исследования — 1973. М.: Наука, 1973, с. 38—51.
220. *Юдин Э. Г.* Понятие деятельности как методологическая проблема.— Тр. ВНИИТЭ, 1976, т. 10, с. 81—89.
221. *Янч Э.* Прогнозирование научно-технического прогресса. 2-е изд. М.: Прогресс, 1974. 585 с.
222. *Ярошевский М. Г.* Трехаспектность науки и проблемы научной школы.— В кн.: Социально-психологические проблемы науки. М.: Наука, 1973, с. 174—184.
223. *Ярошевский М. Г.* Логика развития науки и научная школа.— В кн.: Школа в науке. М.: Наука, 1977, с. 7—96.
224. *Ярхо Б. И.* Методология точного литературоведения.— Труды по знаковым системам, 1969, вып. 236, № 4, с. 515—526.
225. *Abelsen Ph.* Relation of group activity to creativity in science.— In: Creativity and learning. Boston, 1970.
226. *Abu-l-Ala.* The letters. Oxford, 1898.
227. *Agassi J.* Towards an historiography of science. The Hague, 1963.
228. *Aguirre E.* La ortogenesis y el problema de la evolucion.— Arbor, 1958, N 148.
229. *Avramescu A.* Über die Berechnung der Wärmewirkung von Ausgleich und über Strömen.— Archiv der Elektrotechnik, 1971, N 6.
230. *Babbage C.* Reflections on the decline of science in England. London, 1830.
231. *Bachelard G.* La formation de l'esprit scientifique. Paris, 1938.
232. *Baczko B.* Czlowiek i swiatopoglad. Warszawa, 1965.
233. *Basalla G.* Observations on the present status of history of sciences in the United States.— Isis, 1975, vol. 66, N 234.
234. *Beer T. J. von,* Uexkuell. Vorschläge zu einer objektiven Nomenklatur.— Biol. Zbl., 1899, Bd. 19.
235. *Ben-David J., Zloczower A.* Universities and academic systems in modern societies.— In: Science and society. Chicago, 1965.
236. *Bernal J. B.* The social function of science. London, 1939.

237. *Bertalanffy L.* Allgemeine Systemtheorie und die Einheit der Wissenschaften.— In: *Atti del XII Congr. Intern. di Filosofia*. Firenze, 1962.
238. *Berthelot M.* Science et morale. Paris, 1897.
239. *Blandino G.* Problemi e dottrine di biologia teorica. Torino, 1960.
240. *Blum H. F.* Complexity and organization.— *Synthese*, 1963, vol. 15, N 1.
241. *Borger R.* Der Aufstieg des neubabylonischen Reiches.— *J. Cuneiform Stud.*, 1965, vol. 19, N 3.
242. *Borger R.* Mesopotamien in den Jahren 629—621 v. Chr.— *Wien. Z. Kunde, Morgenl.*, 1959, vol. 5.
243. *Box S., Cotgrove S.* The productivity of scientists in industrial research laboratories.— *Sociology*, 1968, vol. 2, N 2.
244. *Bresciani C.* et al. Pareto's law and the index of incomes.— *Econometrica*, 1939, vol. 7.
245. *Bradford S. C.* Documentation. 2nd ed. London, 1952.
246. *Brinton R.* et al. A history of civilization. New York, 1960, vol. I.
247. *Brookes B. C.* The derivation and application of the Bradford distribution.— *J. Doc.*, 1968, vol. 24, N 4.
248. *Bunge M.* Analogy, simulation, representation.— *Gen. Syst.*, 1970, vol. 15.
249. *Candolle A. de.* Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles. Paris, 1873.
250. *Canguilhem G.* L'objet de l'histoire des sciences.— En: *Études d'histoire et de philosophie des sciences*. Paris, 1968.
251. *Cardwell D.* The professional society.— In: *Science and society*. Chicago, 1965.
252. *Chalupa B.* Tvorivost ve vede a technice. Psychologicka studie. Brno, 1973.
253. *Chubin D. E.* On the use of the science citation index in sociology.— *Amer. Sociol.*, 1973, vol. 8.
254. *Chubin D. E., Moitra S. D.* Content analysis of references: adjunct or alternative to citation counting? — *Soc. Stud. Sci.*, 1975, vol. 5, N 4.
255. *Clark B.* Multiple authorship trends in scientific papers.— *Science*, 1964, vol. 143, N 3601.
256. *Clark T.* The stages of scientific institutionalization.— *Intern. Soc. Sci. J.*, 1972, vol. 24, N 4.
257. *Clauss G., Ebner H.* Grundlagen der Statistik für Psychologen, Pädagogen und Soziologen. Berlin, 1974.
258. *Coombs C.* Theory and methods of social measurement.— In: *Research methods in the behavioral sciences*. New York, 1954.
259. *Cramer R. H., Smith B. E.* Decision models for the selection of research projects.— *Eng. Econ.*, 1964, vol. 9, N 2.
260. *Cox J.* et al. A planning model of pharmaceutical research and development.— *Res. and Develop. Manag.*, 1975, vol. 5, N 3.
261. *Crane D.* Social structure in a group of scientists: a test of the invisible «college» hypothesis.— *Amer. Sociol. Rev.*, 1969, vol. 34, N 3.
262. *Crane D.* Invisible colleges. Chicago; London, 1972.
263. *Crombie A.* Robert Grosseteste and the origins of experimental science, 1200—1700. Oxford, 1953.

264. *Crombie A.* Medieval and early modern science. Harvard, 1963. Vol. 1—2.
265. *Daniels J.* Science in american society: a social history. New York, 1971.
266. Decision-making in national science policy. London, 1968.
267. *Dedijer S.* International comparisons of science.—New Sci., 1964, vol. 21, N 379.
268. *Dibner B.* Leonardo da Vinci, military engineer.—In: Studies and essays in the history of science and learning. New York, 1946.
269. *Farmer P.* Nineteenth century ideas of the University. In: The modern university. Ithaca, 1950.
270. *Farrington B.* Science in antiquity. London, 1936.
271. *Foucault M.* Naissance de la clinique. Paris, 1963.
272. *Fleener A.* Universities: American, English, German. New York, 1930.
273. *Folta J., Nový L.* Sur la question des méthodes quantitatives dans l'histoire des mathématiques.—Acta historiae rerum naturalium necnon technicarum, 1965, vol. 1.
274. *Forbes R. J.* Metallurgy in antiquity. Leiden, 1950.
275. *Frankfort H.* et al. Before philosophy. London, 1967.
276. *Froissart J.* Oeuvres. Bruxelles, 1877. T. 12.
277. *Gandz S.* A few notes on Egyptian and Babylonian mathematics.—In: Studies and essays in the history of science and learning. New York, 1946.
278. *Garai J.* The book of symbols. London, 1973.
279. *Garfield E.* Citation index for science: a new dimension in documentation through association of ideas.—Science, 1955, vol. 122, N 3159.
280. *Gilbert G. N., Woolgar S.* The quantitative study of science: an examination of the literature.—Sci. Stud., 1974, vol. 4.
281. *Glicksman M.* R/D in Japan: a future that will challenge the US.—Res. Manag., 1971, vol. 14, N 1.
282. *Gottshalk C. M., Desmond W.* Worldwide census of scientific and technical serials.—Amer. Doc., 1963, vol. 14.
283. *Grimal P.* La civilisation Romaine. Paris, 1962.
284. *Goffman W.* Mathematical approach to the spread of scientific ideas. The history of mast cell research.—Nature, 1966, vol. 212, N 5061.
285. *Goldman A.* A theory of human action. Englewood Cliffs, 1969.
286. *Grünwald E.* Das Problem der Soziologie des Wissens. Wien; Leipzig, 1934.
287. *Gutjahr W.* Zur Skalierung psychischer Eigenschaften.—Probl. und Ergebn. Psychol., 1968, H. 23.
288. *Gutjahr W.* Die Messung psychischer Eigenschaften. Berlin, 1971.
289. *Hagstrom W. O.* The scientific community. New York; London, 1965.
290. *Hagstrom W. O.* Factors related to the use of different modes of publishing research in four scientific fields.—In: Communication among scientists and engineers. Lexington, 1970.
291. *Haldane J.* Daedalus, or science and the future. London, 1934.
292. *Harnack A.* Geschichte der Königlich-Preussischen Academie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin, 1900. Bd. 2.

293. *Hartman R. S.* The structure of value. Springfield, 1967.
294. Histoire et prestige de l'Académie des Sciences, 1666—1966. Paris, 1967.
295. *Hogben S.* Science for the citizen. London, 1938.
296. *Hudson L.* The psychological basis of subject choice.— In: Present and future in higher education. London, 1973.
297. *Huxley J.* Scientific research and social needs. London, 1934.
298. *Jaggi O. P.* Scientists of ancient India and their achievements. Delhi, 1966.
299. *Jaggi O. P.* A concise history of science including science in India. Delhi, 1974.
300. *Jammer M.* Concepts of space: the history of theories of space in physics. Cambridge, 1954.
301. *Juran J. M., Gryna M., Jr.* Quality planning and analysis from product development through usage. New York, 1970.
302. *Kaplan N.* The norms of citation behavior: prolegomena to the footnotes.— Amer. Sociol, 1965, vol. 16.
303. *Kapp E.* Grundlinien einer philosophischer Technik. Berlin, 1877.
304. *Kemp D. A.* The nature of knowledge. An introduction for librarians. London, 1976.
305. *Koyré A.* Etudes galiléens. Paris, 1939.
306. *Koyré A.* Etudes d'histoire de la pensée philosophique. Paris, 1961.
307. *Koyré A.* Some historical assumptions of the history of science.— In: Scientific change. New York, 1963.
308. *Krajewski W.* Wewnętrzne i zewnętrzne czynniki rozwoju nauki.— Czwórnok i swietopogląd, 1974, N 12.
309. *Laine H.* Systemteorian ja systemdynamikaan peruskäsitteitä. Helsinki, 1974.
310. *Lilley S.* Cause and effect in the history of science.— Centaurus, 1953, vol. 3, N 1/2.
311. *Lindermayer A.* Life cycles as hierarchical relations. In: Form and strategy in science. Dordrecht, 1964.
312. *Lotka A.* The frequency distribution of scientific productivity.— J. Wash. Acad. Sci., 1926, vol. 16, N 12.
313. *Lukmann N.* Institutionalisierung — Funktion und Mechanismus in sozialen System der Gesellschaft.— In: Zur Theorie der Institution. Düsseldorf, 1970.
314. *Lyons H.* The royal society, 1660—1940. Cambridge, 1944.
315. The magic of numbers.— Science, 1968, vol. 217, N 5131.
316. *Maindron E.* L'Académie des sciences. Paris, 1888.
317. *Malecki J., Olszewski E.* Some regularities of the development of science in the 20th century.— Organon, 1965, N 2.
318. *Mancini G.* Leon Battista Alberti. 2 ed. Firenze, 1909.
319. *Meadows A. J.* Communication in science. London, 1974.
320. *Merton R.* Science, technology and society in seventeenth century England.— Osiris, 1938, vol. 4, N 2.
321. *Moravcsik M. J.* Measures of scientific growth.— Res. Policy, 1973, vol. 2.
322. *Morgenstern O.* On the accuracy of economic observation. 2nd ed. Princeton, 1965.
323. *Moscatti S.* Il mondo dei fenici. Milano, 1965.

324. *Murdoch J. E.* From social into intellectual factors: an aspect of the unitary character of late medieval learning. Dordrecht, 1975.
325. *Needham J.* Science and civilization in China. Cambridge, 1954—1974. Vol. 1—5.
326. *Ortega y Gasset J.* The revolt of the masses. New York, 1932.
327. *Osborn A. F.* Applied imagination. Principles and procedures of creative thinking. New York, 1953.
328. *Ossowski M.* and *S.* The science of science.—Organon, 1936, vol. 1.
329. *Pearson D. S.* Creativity for engineers. A philosophy and a practice. New York, 1959.
330. *Piaget J.* L'épistémologie des régulations (Introduction).—In: L'idée de régulation dans les sciences. Paris, 1977.
331. *Plinius Secundus.* Naturalis historia. Berolini, 1866—1871. Vol. 1—4.
332. *Pouchet F. A.* Histoire de science naturelle au moyen âge. Paris, 1853.
333. *Powell B.* Knowledge of actions. London, 1967.
334. *Price D.* The exponential curve of science.—Discovery, 1956, vol. 17, N 6.
335. *Price D.* Science since Babylon. New Haven, 1961.
336. *Price D.* Ethics of scientific publication.—Science, 1964, vol. 144, N 3919.
337. *Price D. J., Beaver D.* Collaboration in an invisible college.—Amer. Psychol., 1966, N 1.
338. *Quattromani S.* La filosofia di Bernardino Telesio ristretta in brevità. Bari, 1914.
339. *Radnitzky G.* Contemporary schools of metascience. Lund, 1968. Vol. 1—2.
340. *Radnitzky G.* Nauka jako działalność innowacyjna i produkcyjna.—Zagadn. naukoznaw., 1974, vol. 10, z. 2.
341. *Rainoff T. I.* Wave-like fluctuations of creative productivity in the development of West-European physics in the XVIII and XIX centuries.—Isis, 1929, N 38.
342. *Randall J.* The place of Leonardo da Vinci in the emergence of modern science.—In: Roots of scientific thought. New York, 1958.
343. *Rashevsky N.* Mathematical biophysics. 3rd ed. New York, 1960. Vol. 2.
344. *Rashevsky N.* Looking at history through mathematics. Cambridge, 1968.
345. *Ray P.* History of chemistry in ancient and medieval India. Calcutta, 1956.
346. *Rider F.* The scholar and the future of the research library. New York, 1944.
347. *Ritzger G.* Sociology: a multiple paradigm science. Boston, 1975.
348. *Roderick G. W.* The emergence of scientific society in England, 1800—1965. London, 1967.
349. *Ronchi V.* Storia della luce. Bologna, 1952.
350. *Russel B., Whitehead A.* Principia mathematica. Cambridge, 1911—1913. Vol. 1—3.
351. *Rutten M.* La science des Chaldéens. Paris, 1960.

352. *Sarton G.* The scientific basis of the history of science.— In: Cooperation in research. Washington, 1938.
353. *Sarton G.* A guide to the history of science. Waltham (Mass.), 1952.
354. *Schelenz H.* Hermes und seine Kunst. Alchemie in England.— Pharmaceut. Post, 1902, N 6.
355. *Seal B. N.* The positive sciences of the ancient Hindus. Delhi et al., 1958.
356. *Sevčenko I.* Society and intellectual life in the XIVth century.— Actes du XIVE Congr. Intern. des Études Bysantines, București, 1974, vol. 1.
357. *Sigford J. V., Parvin R. H.* Project PATTER: a methodology for determining relevance in complex decision-making.— IEEE Trans. Eng. Manag., March 1965, vol. EM-12, N 1.
358. *Ssu-yu Teng.* Chinese influence on the Western examination system. Harvard, 1943.
359. *Steen W. J.* Some comments on «reduction».— Acta biotheor., 1975, vol. 24, N 3/4.
360. *Storer N. W.* The social system of science. New York, 1966.
361. *Strauss A. L. et al.* The professional scientist. A study of American chemists. Chicago, 1962.
362. *Taton R.* Reason and chance in scientific discovery. New York, 1962.
363. *Templado J.* Un siglo de evolucionismo.— Rev. Univ. Madrid, 1959, N 1.
364. *Thalberg I.* Enigmas of agency: studies in the philosophy of human action. London; New York, 1972.
365. *Thorndike L.* University records and life in the Middle Ages. New York, 1944.
366. *Törnebohm H., Radnitzky G.* Studien zur Forschungswissenschaft.— Z. allg. Wissenschaftstheor., 1971, vol. 2, N 2.
367. *Trombetti A.* Elementi di glottologia. Bologna, 1923.
368. *Tyndall J.* Fragments of science: a series of detached essays, addresses and reviews. New York, 1881.
369. *Uklejska M.* Zarys rozwoju nauki i jej organizacji. Warszawa, 1963. Cz. 1—2.
370. *Watson J.* Psychology as the behaviorists' views.— Psychol. Rev., 1913, vol. 20.
371. *Woley L.* The Sumerians. London, 1930.
372. *Woodger J. H.* Axiomatic method in biology. London, 1937.
373. *Wüstenfeld F.* Der Imam el-Schafii, seine Schüler und Anhänger. Göttingen, 1890. Bd. 1.
374. *Yeivin S.* The chalcolithic culture of Canaan.— In: Atti del VI Congr. intern. delle scienze preistoriche e protoistoriche. Roma, 1965, sez. 1—4.
375. *Zadeh L. A.* Fuzzy sets.— Inform. and Control, 1965, vol. 8, N 3.
376. *Zielenewski J.* O organizacji badan naukowych. Warszawa, 1975.
377. *Zimmer H.* Hindu medicine. Baltimore, 1948.
378. *Zipf G. K.* Human behavior and the principle of least effort. Cambridge, 1949.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
<i>Глава I</i>	
ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА РАЗВИТИЯ НАУКИ	19
§ 1. Исходные понятия анализа	21
§ 2. Иерархическое строение множества параметров развития науки	36
§ 3. Группы параметров	45
<i>Глава II</i>	
ПАРАМЕТРЫ ОБЪЕМА НАУКИ	60
§ 1. Параметры объема древней и средневековой науки	64
§ 2. Рост параметров объема науки в новое время	70
<i>Глава III</i>	
ПРОПОРЦИИ НАУКИ	82
§ 1. Пропорции науки в архаический период	84
§ 2. Пропорции античной и средневековой науки	89
§ 3. Пропорции науки периодов Возрождения и Просвещения	98
§ 4. Пропорции науки XIX—XX вв.	105
<i>Глава IV</i>	
КОММУНИКАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ	116
§ 1. Коммуникация и ее параметры в науке древности и средних веков	119
§ 2. Параметры научной коммуникации в эпохи Возрождения и Просвещения	127
§ 3. Параметры научной коммуникации «классического» периода	135
§ 4. Параметры научной коммуникации в период НТР	147
<i>Глава V</i>	
ЭВОЛЮЦИЯ ИНТЕГРАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НАУКИ	160
§ 1. Интегративные параметры древней и средневековой науки	165
§ 2. Интегративные параметры развития науки от эпохи Возрождения до «классического» периода	182

§ 3. Параметры научной интеграции в период подготовки и развертывания современной научно-технической революции	200
--	-----

Глава VI

СМЕНА СИСТЕМНЫХ СОСТОЯНИЙ В ИСТОРИИ НАУКИ	210
§ 1. Системное состояние науки в архаический период	213
§ 2. Системное состояние античной и средневековой науки	224
§ 3. «Классическое» системное состояние науки	237
§ 4. Системное состояние науки периода научно-технической революции	249
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	259

Борис Анатольевич Старостин

ПАРАМЕТРЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ

Утверждено к печати

Институтом истории естествознания и техники АН СССР

Редактор *Т. Б. Чернышева*. Художник *Г. А. Астафьева*

Художественный редактор *С. А. Литвак*

Технический редактор *Т. Д. Панасюк*

Корректоры *Т. В. Гурьева, О. В. Даврова*

ИБ № 15161

Сдано в набор 25.09.79. Подписано к печати 22.02.80. Т-05225.

Формат 84×108¹/₃₂. Бумага № 2. Гарнитура обыкновенная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 14,7. Уч.-изд. л. 16. Тираж 2350 экз. Тип. зак. 2334. Цена 2 руб.

Издательство «Наука» 117864 ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90

2-я типография издательства «Наука»

121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10