

М. ВАСИЛЬЕВ

МАТЕРИЯ



МАТЕРИЯ

М. ВАСИЛЬЕВ

ВСЕЛЕННАЯ И ЧЕЛОВЕК

ПОВЕСТВОВАНИЕ
о ЭЛЕМЕНТАХ ,
СТИХИЯХ
и ЦАРСТВАХ ПРИРОДЫ ,
о ВЕЛИКОЙ ВЛАСТИ ЧЕЛОВЕКА
и СОВРЕМЕННЫХ
ЗАГАДКАХ
МИРОЗДАНИЯ .

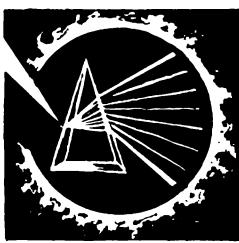
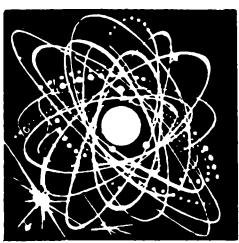
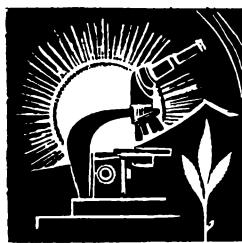




МАТЕРИЯ

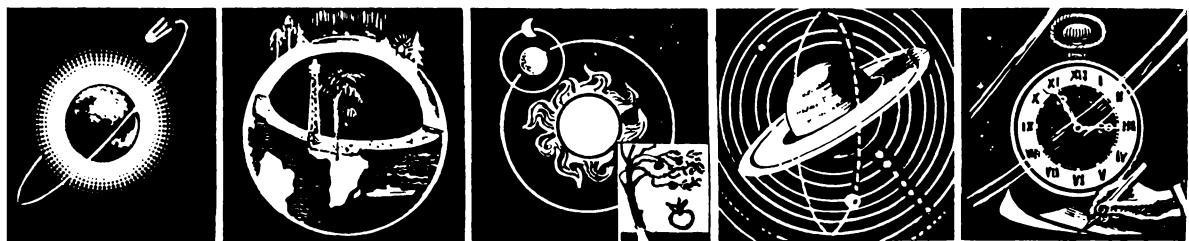
М. ВАСИЛЬЕВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«СОВЕТСКАЯ РОССИЯ»
МОСКВА — 1977



В мире нет ничего, кроме движущейся материи.
B. И. Ленин

**Сотри случайные черты —
И ты увидишь: мир прекрасен.**
A. Блок



Редакционная коллегия:

В. И. СИФОРОВ, К. П. СТАНЮКОВИЧ, С. М. ГРИГОРЬЕВ,
А. Г. ГЛУХОВ, В. С. ГУБАРЕВ

Художник
В. Ф. СОБОЛЕВ

Васильев М. В.

B19 Материя. М., «Сов. Россия», 1977 г.
384 с. с ил. в тексте и на вкл.

«В мире нет ничего, кроме движущейся материи». Когда диалектика формулировала этот основной постулат, она уже опиралась на определенный фундамент накопленных знаний. С тех пор горизонт человека неуклонно расширялся — он прошел путь от первых наивных представлений об устройстве Вселенной до первых выходов в околоземное пространство. И нигде не встречал ничего, что не объяснялось бы движением материи.

Автор широкими мазками рисует окружающий нас мир, поднимаясь по «ступеням» материи: законы, управляющие элементарными частицами, атом, энергия, кристалл, Земля, ее материки и океаны, планеты Солнечной системы, материя метагалактики... Борьба идей сменяется научными открытиями, наука приходит в практику, практика корректирует спорные вопросы теории...

Расширяя кругозор читателей, автор одновременно прививает им материалистическое мировоззрение.

20401—054
B M—105(03)76 35—77

001

© Издательство «Советская Россия», 1977 г.



к читателю

Мы живем с тобой в удивительное время, товарищ! Нам выпало счастье стать свидетелями — и участниками — невиданной научно-технической революции. Это первая такая революция в истории человечества. Нет, конечно, не следует думать, что раньше не происходили научные и технические революции. По всей вероятности, каждый помнит о промышленной революции XVII века в Англии, положившей начало машинному производству и в конце концов открывшей эпоху капитализма. Или, скажем, о той, что принадлежит XVI веку, но в каких-то деталях протянулась до века XIX... Сравнительно недавно академик Б. М. Кедров внимательно проследил их последовательность и различия. Вот некоторые его положения.

Видимо, будет правильно считать, что человек начал осмысление окружающего мира со слепой веры в истинность наблюдаемых им явлений. Ну, например, подавляющее большинство древних философских систем принимали Землю за неподвиж-

ное тело, а Солнце, Луну, звезды прикрепляли к небесным сферам, движущимся вокруг Земли. Точно так же представлялось «на глаз», что при горении из тела выделяется некое вещество, а остаются его обломки — зола, пепел. На этом основании возникло учение о флогистоне. А удивительная приспособленность живых организмов к условиям существования объяснила результатом мудрой целенаправленной деятельности «потусторонних сил».

С небесной механики и «пошла» первая научная революция, поставившая многие вещи, которые казались столь очевидными, «с ног на голову», подвергнув их математической проверке. Невозможно представить, насколько медленнее без нее было бы продвижение человечества по пути прогресса!

Аналитическое мышление, которому открыла широкую дорогу эта революция, таило в себе и грозную опасность. На нее в свое время указывал еще Ф. Энгельс. Он подчеркивал, что аналитический «способ изучения оставил нам вместе с тем и привычку рассматривать вещи и процессы природы в их обособленности, вне их великой... связи, и в силу этого — не в движении, а в неподвижном состоянии, не как существенно изменчивые, а как вечно неизменные, не живыми, а мертвыми». Все это вызвало «метафизический способ мышления», как отмечал Ф. Энгельс. И действительно, если раньше тормозом развития науки была вера в истинность чувственного воспринимаемых явлений, то потом таким тормозом стала вера в неизменность природы.

Сущность революции второго типа составляет борьба с метафизикой. Как и в предыдущем случае, она началась с астрономии. В середине XVIII века И. Кант, а потом П. Лаплас создали космогоническую теорию. Это о ней сказал Лаплас в ответ на вопрос Наполеона, какую же роль теория оставляет для бога: «Я не нуждаюсь в этой гипотезе!» Да, «гипотеза бога» была не нужна Канту и Лапласу. Они основывались на другом — на законе всемирного тяготения Ньютона и наialectическом представлении о развитии вещества нашей планетной системы.

XIX век разбил метафизические построения почти во всех областях науки. Последней крепостью метафизики дольше всего оставалась химия — наука, в которой атомы считались неразрушимыми, неделимыми частицами материи. Периодическая таблица элементов Д. И. Менделеева помогла «взять штурмом» и эту крепость, но только позднее. «Новейшая революция в естествознании», как назвал ее В. И. Ленин, зародилась на стыке XIX и XX веков. Главный ее смысл — крушение веры в одинаковость микромира и макромира. Ибо вначале ученые были абсолютно убеждены, что разница между этими мирами чисто количественная, а законы — тождественные.

Три сменяющих друг друга этапа намечает Б. М. Кедров в предпоследней революции. Первый этап — гибель веры в исчерпаемость любых видов материи. Известное положение Ленина — «Электрон так же неисчерпаем, как и атом» — философски определяет ход этой революции. Затем была сокрушена вера в наглядность моделей, создававшихся для объяснения происходящего в мире элементарных частиц. Была разбита и убежденность, что образующиеся частицы материи должны обязательно существовать одна вне другой в готовом виде. Блестящее сбывающееся предсказание В. И. Ленина о неисчерпаемости электрона иллюстрирует то, что эта частица является лишь очередным звеном на пути изучения материи.

А дальнейшие исследования откроют новые звенья материи, свойства которых окажутся еще более причудливыми и еще более не похожими на свойства других частиц. Ни на каком этапе своей организации материя не повторяет себя. Именно ряд таких связанных звеньев-этапов мы проследим на страницах этой книги.

Принципиальная невозможность моделирования явлений микромира усиливает важность отвлеченных представлений о нем. Многие из этих представлений оказываются чисто математическими. Но разве в этом случае мы отдаляемся от истины? Конечно, нет! Ленин писал: «Мышление, восходя от конкретного к абстрактному, не отходит — если оно *правильное...* — о т истины, а подходит к ней». Это указание Ленина надо четко иметь в виду, потому что дальнейшее развитие науки не сможет обойтись без использования все новых и новых разнообразнейших абстракций...



Чем решительнее в общественном развитии выступает наука, отмечали классики марксизма, тем более приходит она в соответствие с интересами рабочих. Это поистине веющие слова! Задумайся над ними, товарищ! Тогда ты скорее поймешь величие совершающейся сейчас научно-технической революции. Только не надо ее отождествлять с научно-техническим прогрессом. Революция именно потому и революция, что она сопровождается значительными качественными изменениями, присущими глубокому перевороту. Это коренное преобразование производительных сил общества на основе того, что наука сама превращается в непосредственную производительную силу. Меняются содержание и организационные формы общественного производства, характер трудовой деятельности, общественное разделение труда. Сдвиги, вызываемые НТР, ощущаются во всех сферах жизни нашей страны, включая быт, культуру, психологию советских людей. Она оказывает растущее влияние на социально-экономическое развитие общества и в свою очередь зависит от уровня такого развития. Без высокой степени обобществления производства научно-техническая революция была бы по-просту невозможна.

НТР создает у нас предпосылки для слияния воедино разных видов человеческой деятельности. Ну, в первую очередь следует напомнить, что во всех случаях научные революции тем или иным способом сопровождались большими техническими достижениями. Не составляет это исключения и сейчас. Действительно, что является главным, ведущим в сегодняшних успехах космонавтики — результаты ли прямых исследований Луны или технические усовершенствования ракетной техники? Видимо, на первое место следует поставить технику. А внедрение в жизнь искусственных материалов — чего больше в этом процессе, науки или техники? Подобный вопрос можно задать и относительно генетики, и относительно искусственной пищи. Но если подойти к проблеме глубже и серьезнее, то нетрудно заметить, что в общее дело включились и такие вроде бы далекие от непосредственного развития науки и техники области человеческой деятельности, как организация и управление, поиски наиболее рациональных способов решения производственных и других задач.

Такое объединение теоретической науки, техники и технологии, сфер организации производства и управления может свидетельствовать только об одном — о том, что научно-техническая революция приобретает ярко выраженный социальный характер, что она призвана произвести глубокие изменения в разных областях общественной жизни. То есть, в конечном счете, идущая научно-техническая революция — это не очередной этап естественного развития, который должен завершиться небольшими, второстепенными усовершенствованиями техники и технологий. Она призвана не только оказать влияние на все элементы общественного организма, но и в значительной степени определить их.

Трудно предвидеть все возможные научные и технические задачи, которые окажутся решенными в ходе НТР. Да, безусловно, будут открыты новые виды энергии. Скорее всего первой будет поставлена на службу человечеству термоядерная энергия. И часть этого открытия выпадет на долю именно советских ученых: они сейчас ближе всех подошли к ее освоению. Может быть, придет время и гравитационной энергии — о ее существовании только еще догадываются физики. Будут найдены и применены новые конструкционные материалы, перекроющие все известные в природе рекорды. К примеру, совсем недавно советские ученые нашли способ делать из искусственных алмазов целые детали машин! Появятся мощнейшие автоматические линии, заводы и фабрики получат собственные системы контроля и управления...

В наше время особая роль отводится прогнозированию будущего, которое становится важнейшей государственной проблемой. Твердая основа такого прогнозирования — социалистическая экономика, принятая у нас пятилетнее планирование развития народного хозяйства. На ранней стадии планирования уже осуществляется прогнозирование: прежде чем начать строительство нового предприятия, электростанции, канала, изучают спрос на продукцию, целесообразность того или иного мероприятия, стоимость строительства, потребность в электроэнергии, грузы, которые примет канал, потребность в воде окружающих его районов. Учитывают многие дополнительные вопросы. И только тогда вставляют — или не вставляют — новый объект в перспективный план. Не может не быть у прогнозирования значительного развития и роста! Научно-техническая революция позволяет подвести научную основу под все без исключения виды производства и связанную с ними деятельность; становится возможным не просто прогнозирование тенденций и последствий НТР, но и управление ими, то есть осуществление научно-технической политики. И прогнозист с ювелирной точностью станет рассчитывать все, что определит будущую жизнь человека. В том числе и «его самого». Действительно, научно-техническая революция многое даст человеку, сделает его другим, сформирует высокую культуру труда и быта, общения людей между собой и их взаимодействие с природой.



Ну, а какова же твоя роль, товарищ? Если ты взял в руки эту книгу, рассказывающую о развитии науки, значит, тебя интересуют самые различные стороны окружающего многообразного и сложного мира. Это прекрас-

но! Больше будешь знать, понимать. Но в наше время уже недостаточно простого «накопления знаний». Надо всегда помнить, что за знанием стоит труд. Подумай не только о том, как расширить свой кругозор, но и о том, какую пользу принесут новые сведения в твоей работе. Научно-техническая революция рождает профессии и специальности, требующие соединения затрат как умственного, так и физического труда. Деятельность современного труженика носит все более творческий характер, исключающий стандартные решения. Создаются материально-технические предпосылки для преодоления существенных различий между трудом в сельском хозяйстве и промышленности, между непроизводственной и производственной сферой. Естественно, все это невозможно без повышения уровня образования и подготовки кадров, без творческой, социальной активности личности. Знание остается мертвым грузом, если оно не побуждает отдачи.

Да, товарищ, нам очень повезло! Мы живем в годы величайшей научно-технической революции. И надо уметь отвечать делом на выпавший нам «выигрыш». Надо понимать, что НТР касается каждого.

Если ты слесарь или токарь в промышленном цехе, может быть, именно тебе придется изготавливать деталь, без которой затормозится внедрение того или иного новшества, определяющего технический прогресс в целой отрасли машиностроения. Если ты живешь в колхозе, может быть, именно твоя идея, которую ты сегодня с сомнением предложил руководству, завтра будет внедрена повсюду и станет началом чего-то ценного. И где бы ты ни работал, стараясь продвигать новое! Твори, выдумывай, пробуй! Ведь прогресс науки и техники — это главный рычаг создания материально-технической базы коммунизма.

Мы вступили в десятую пятилетку — пятилетку эффективности и качества. Речь идет уже не просто о том, сколько будет выпущено изделий высшего сорта, но каким способом это сделано, за какие сроки, с какими затратами, насколько уровень производства соответствует достижениям современной и сверхсовременной технологии. Только тогда результаты нашего труда будут отвечать высшему требованию качества!

Ты взял в руки эту книгу, товарищ. В тайниках души автор надеется, что ты станешь богаче после ее прочтения, перед тобой развернутся горизонты науки и тебя захватит процесс познания — великий процесс, которому нет конца и границ...

1

ГЛАВА



МИР,
В КОТОРОМ
МЫ ЖИВЕМ

Ч

еловек родился. Человек пришел в мир...

Настал день — и он открыл уже осмысленные глаза и оглянулся вокруг. Огромным, полным неосвоенных углов и таинственных закоулков представляется ему его дом.

И вот он в первый раз выходит за порог... Перед ним — необозримый простор улиц. Взлетает на недосягаемую высоту небо. Вот как широк, оказывается, мир, в который он пришел.

Ребенок постепенно узнает, как из ржавых камней руды получают звонкую сталь, из глины — алюминий, из волокон растений — ткани одежды... И чем больше узнаёт, тем больше хочет узнать.

Юноша обычно покидает родной дом. Меняет ли он его на комнату в студенческом общежитии, или на вагончик в стройотряде, или на солдатскую койку на далекой пограничной заставе — все равно это хорошо. Он должен сам испробовать свои силы.

Видимо, у каждого это бывает в свой день и час, когда человек вдруг начинает ощущать себя частью большого целого. Когда мыслю он стремится проникнуть до самых глубинных первопричин и первооснов. Когда приходит на смену детскому любопытству сначала любознательность, а затем — жажды знаний...

Он необозримо велик, этот мир, в котором мы живем. Он простирается вширь на миллиарды световых лет — и дальше. Он простирается вглубь до уровня элементарных частиц — крохотных сгустков материи, одновременно похожих и на вещество и на волну, — и глубже. Он простирается ввысь до метагалактики — организованного объединения материи, в котором наша планета занимает меньше места, чем песчинка в громаде Московского университета, — и выше.

Он беспредельно разнообразен, этот мир. Он вмещает звездные системы и элементарные частицы, в нем обитают примитивные вирусы и сложно устроенные мыслящие существа. Все, что мы видим, ощущаем, слышим, все, что действует на наши органы чувств — непосредственно ли, с помощью ли приборов, — вмещает этот огромный мир.

Но при таком бесконечном разнообразии все в нем имеет одну общую черту. Все в нем определяется движением материи.

ЧТО ТАКОЕ МАТЕРИЯ?

От первых попыток объяснить, что такое материя, до того, как был дан четкий ответ на этот вопрос, прошло несколько тысячелетий.

Искать естественное, а не связанное с вмешательством богов объяснение мира активно начали древнегреческие философы. Вот они-то и ввели в обиход понятия о первооснове всего сущего.

Для Фалеса Милетского (VI век до нашей эры) такой первоосновой была вода.

Анаксимен, его соотечественник, живший примерно в одно время с Фалесом, в качестве первоосновы принял воздух — по его представле-

ниям, бесконечный, вездесущий и вечно движущийся. Сгущаясь, он становится водой, камнем; разрежаясь — огнем.

Анаксимандр — философ той же школы, самой первой материалистической школы Древней Греции, — под первоосновой понимал бесконечную неопределенную материю — «апейрон», из которой в ее непрерывном вихревом движении постоянно выделяются противоположности, борющиеся друг с другом, уничтожающие друг друга и вновь возвращающиеся в «апейрон».

Гераклит Эфесский — он жил примерно на столетие позже философов Милетской школы — отдал предпочтение огню. «Все обменивается на огонь, и огонь на все, подобно тому, как обмениваются на золото все товары» — это его собственные слова. Огонь у него превращается в землю, земля, разжижаясь, образует воду, вода, испаряясь, порождает сно-ва огни небесных светил.

Гераклит значительно дальше своих предшественников пошел по пути не только материалистического, но и диалектического объяснения природы. По Гераклиту, «мир... не создан никем из богов и никем из людей, а был, есть и будет вечно живым огнем, закономерно воспламеняющимся и закономерно угасающим».

Не надо улыбаться, читая такой «стиснутый» пересказ идей философов — первых стихийных материалистов. Да, они стояли на вершине знаний своего времени, впитав достижения более древних цивилизаций Египта и Финикии, Вавилона и Эгейских островов... Но слишком незначительны были тогда эти знания. И величайшей заслугой ученых было то, что они отринули богов и пусть наивно, пусть по-детски, с нашей сегодняшней точки зрения, пытались найти материалистическое объяснение миру.

Кстати, Фалесу обязаны мы первыми долгосрочными прогнозами погоды. Анаксимен первым провел различие между планетами и звездами и дал естественнонаучное толкование солнечных и лунных затмений. Анаксимандр изготовил первые солнечные часы, составил первые географические карты, первым высказал мысль о бесконечности Вселенной. Это не так уж мало для ученых, не располагающих даже простейшими гриборами. Их догадки — научный подвиг, заслуживший тысячелетнюю память потомков.



Перешагнем через века и тысячелетия. Не будем останавливаться на точке зрения французского философа XVII века Пьера Гассенди, считавшего материей сформенные богом атомы, к тому же наделенные внутренним стремлением к вечному движению. Пропустим без комментариев и мнение великого Ньютона, что материя — это совокупность атомов, наделенных силами. Минуем бесчисленные бескрылые гипотетически невесомые «материи», вроде теплорода — флогистона, умозрительным созданием которых ученые и философы пытались восполнить недостаточность точных знаний. Только упомянем, также без комментариев, что наш соотечественник Михаил Васильевич Ломоносов был больше

материалистом, чем многие и жившие столетиями позже него ученыe на всех континентах мира... И перейдем сразу к сущности вопроса, сформулированного в названии. Что же такое материя?

Искрепывающий ответ на этот вопрос дал Владимир Ильич Ленин.

Ленин не считал себя физиком, но именно он наметил глубочайший прогноз путей развития этой науки. Еще в те времена, когда впервые было доказано сложное строение атома, когда еще очень мало знали о мире элементарных частиц, из которых состоит атом, и большинство представляло электрон чуть ли не в виде шарика, Ленин записал: «Электрон так же *неисчерпаем*, как и атом...» Это было открытие, сделанное философом, стоящим на позициях диалектического материализма. Это было блестательное понимание сущности вещей, проникновение в тайные тайных природы ланцетом философской мысли, многократно подтверждено дальнейшим развитием науки.

Именно Владимир Ильич Ленин определил материю как «филосовскую категорию для обозначения объективной реальности, которая дана человеку в ощущениях его, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них»; «...единственное «свойство» материи, с признанием которого связан философский материализм, есть свойство быть *объективной реальностью*, существовать вне нашего сознания».

Материя — это категория, обозначающая все во Вселенной. Далекие галактики и луч света, электромагнитное поле и облако межзвездного газа — это все материя. Она была до дня нашего рождения и останется после того, как погаснет последняя искра нашего сознания.



...Для древних греков «кругом Земли», «ойкуменой» — по существу под этим понятием подразумевались обитаемые территории — была скромная по сегодняшним масштабам область Средиземноморья. Для иудейских племен, две с половиной тысячи лет назад кочевавших со своими стадами по степям Палестины, всем миром был Аравийский полуостров да примыкавший клочок Африканского материка. Для восточных мудрецов Европа была страной легенд и мифов, а об Америке и Австралии в те времена даже не догадывались.

Шли века — и расширялся горизонт человека. Настал день — и он исходил свою планету. Определил ее положение в Солнечной системе, нашел ее место в звездном городе — Галактике. Лучи света и радиолуки, проведя в пути более пяти миллиардов лет, принесли ему сигналы из не представляемых даже воображением глубин Вселенной. Много неожиданного, нового, вначале непонятного и противоречивого, встречал человек, поднимаясь по ступеням познания. И ни разу нигде не попалось ему ничего, что бы он рано или поздно не смог объяснить. Ничего, что не было бы материальным.

Он открыл мир невидимых живых существ и мир элементарных частиц материи. Он разгадал тайну строения молекул вещества и тайну рождения луча света. И при этом движении вглубь человек тоже не

встретил ничего, что не было бы проявлением бесконечно разнообразных свойств материи.

Поэтому мы с полной уверенностью можем утверждать словами Владимира Ильича Ленина: «В мире нет ничего, кроме движущейся материи...»

НЕПОНЯТНОЕ — НЕ ЧУДО

Много блестательных побед на счету у человечества. Но мы еще, пожалуй, находимся только у входа в сокровищницу знаний. Человек совсем недавно увидел свою планету со стороны. Он смог пока посетить лишь ближайшую соседку Земли — Луну, робко пытается выяснить, что представляют собой всего четыре планеты солнечного царства, получил первые снимки Венеры... Он еще не спустился в сколько-нибудь значительные земные глубины, и неизвестно, когда достигнет их центральных областей. Он не наблюдал вблизи ни одной звезды, кроме Солнца, ни одной планеты чужой системы не изучал даже по фотографиям... Он еще не четко усвоил строение элементарных частиц, ему еще не покорился генетический код наследственности, окружен тайной процесс рождения мысли...

Однако можно сразу сказать: никогда не встретит человек ничего, что не объяснялось бы законами природы, свойствами материи. Хотя не объяснимого сегодня еще немало вокруг нас.

Вот несколько примеров из самого обычного мира, наблюдаемого всеми.

...Утром вы приняли ванну. Спуская воду, извлекли из сливного отверстия пробку. И перед вами возник крохотный водоворот. Узкая воронка потянулась с поверхности воды, вниз, к самому сливному отверстию. Этот комнатный водоворот во всем подобен гигантским водоворотам морей и рек — такому, как, скажем, знаменитый Мальштрем... Воронка всегда возникает между закрученными струями воды...

Вы к этому так привыкли, что, наверное, и внимания не обращаете на беззвучный бег струй. А между тем этот водоворот — маленько «чудо».

Ведь согласно законам гидродинамики — науки, изучающей движение жидкостей,— слив воды должен происходить с минимальнойтратой энергии, частицы ее должны двигаться наикратчайшими путями. Движение воды по спирали связано и с удлинением траектории каждой частицы, и с повышением затрат энергии. Значит, водоворот в вашей ванной комнате противоречит известным законам природы.

Но не думаю, чтобы вы хотя бы на мгновение предположили, что над входом в канализационную трубу «потусторонние силы» ежедневно подают вам знак о своем существовании. Дело совсем в другом: вероятно, мы еще недостаточно глубоко знаем законы гидродинамики. Настает день — и стройные математические формулы, наиболее совершенное выражение любой точной закономерности, с неотвратимой убедитель-

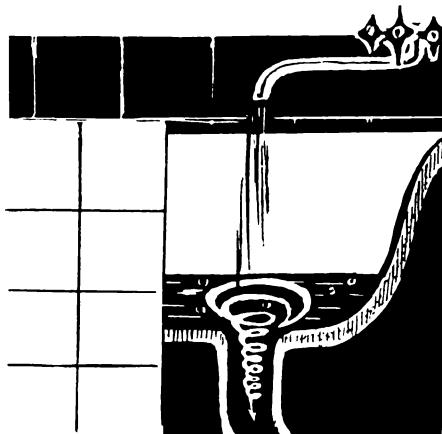
ностью подтверждают: иначе и быть не может! Вода, стекая в отверстие, обязательно — при таких-то и таких-то условиях — должна закручиваться водоворотом!

...Вы вышли на улицу. В прозрачной голубизне неба висит однокое — не крупное — «дождевое» облако. Оно темнеет, и струи дождя устремляются на землю. Вы видите со стороны эти струи — словно частую косую штриховку, упирающуюся в облачко.

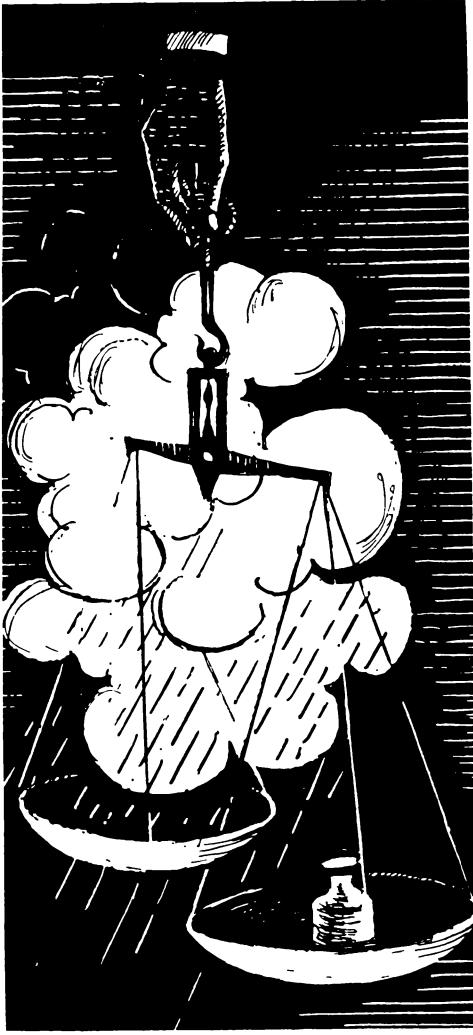
Движение воздуха несет облако на вас. Померкло закрытое им солнце. Тяжелые капли дождя упали вам на лицо и плечи. И вот уже хлещет стремительный летний ливень. На мгновенно возникших лужах плавают большие пузыри. И вдруг так же внезапно, как начался, дождь прекратился. Снова ярко засияло солнце. Дождь прошел дальше.

Ученые сделали несложные подсчеты. И выяснилось, что из облачка может выплыть на землю иной раз в десять раз больше воды, чем было в нем к началу дождя... Да и облако, окончив свою «дождевальную» деятельность, оказывается куда более тяжелым, густым, синим, куда большим по величине, чем час назад, когда оно бросило на землю первые капли. Что же происходит? Откуда взялась в небесной лейке эта «лишняя» вода?..

Думаю, что и на этот раз не возникнет у вас искушения назвать подобное явление «чудом» и отнести его на счет «небесного промысла». Ученые говорят: облако обладает удивительной способностью «подсасывать» из окружающего воздуха пары воды, конденсировать их и проливать на землю в виде дождя. Но ни математически описать, ни даже в деталях объяснить такой механизм они пока не могут.



По всем известным законам гидравлики, этих водоворотов не должно быть. Но они существуют!



Еще одно «обыкновенное» чудо! Небольшое дождевое облако может излить в несколько раз больше дождя, чем весит само

наполненная действующими лицами. разыгрывали другую пьесу. «Расцвет млекопитающих» — называлась эта новая пьеса, а предыдущая — «Торжество динозавров».

В течение ряда десятилетий перед наукой стоял вопрос: почему вымерли ящеры?

Было много гипотез. Но ни одного объяснения.

Или вот еще пример, относящийся к глубокой истории Земли.

Уже довольно четко представляется развитие жизни на нашей планете. Зародилась она в мелких прибрежных лагунах морей. Затем первые растения и первые животные вышли на сушу. Еще позже был освоен воздух — появились летающие насекомые... Так в течение нескольких миллиардов лет, ступенькой за ступенькой, все усложняясь и совершенствуясь в процессе естественного отбора, развивалось все живое. И наконец возникли разумные существа.

В этой истории существенное место занимает период господства ящеров.

Двести миллионов лет хозяйствами на земле ящеры — крохотные, величиной с мышь, гигантские, с четырехэтажный дом, прыгающие, ползающие, плавающие, летающие. Травоядные и хищные. Обитающие в морях и озерах. В лесах и болотах.

И вдруг — с геологической точки зрения, это именно «вдруг» — ящеры вымерли. Остались очень немногие их представители, уступившие место млекопитающим.

Вот как пишет об этом в книге «Следы на камне» Л. Савельев:

«Промежуток времени между меловым периодом и началом палеогена покрыт мраком: получается впечатление, как будто в театре внезапно выключили свет и через некоторое время снова включили: обнаружилась сцена, Но «артисты» были уже другие и

В 1963 году В. и Б. Богословские выдвинули свою теорию этой таинственной массовой гибели: резко повысилась радиоактивность планеты, что и убило ящеров.

В Палеонтологическом музее Академии наук СССР произвели измерения радиоактивности ископаемых костей. И оказалось, что все остатки ящеров, живших именно в период их массовой гибели, обладают повышенной радиоактивностью. Причем резко повышенной!

Вот и причина. Палеонтологи получили ответ. А перед другими учеными встал новый вопрос: почему произошло это временное, но резкое повышение радиоактивности на нашей планете?

Кто ответит на него?

Может быть, астрономы. Может быть, геологи. А на сегодня — это, если хотите, чудо.

И таких «чудес», еще не объясненных наукой, бесконечно много в каждой области знания. Ученые любят, когда удается открыть новое явление, выходящее за рамки уже установленных законов, а иногда и противоречащее им. В борьбе с этими «противоречиями», в расшифровке этих «чудес» и осуществляется развитие науки, ее движение вперед.

Как бы далеко ни продвинулся человек, все равно не убавится количество вопросов, на которые он будет искать ответа. Конечно, очень скоро разгадают секрет водоворотов стекающей воды и изливающих дождь облаков. Разберутся и в генетическом коде наследственности, посетят и соседние и дальние планеты, спустятся к центру Земли. Но за каждым открытием будут вставать новые «чудеса».

...Лет сто назад поэт С. Надсон написал любопытное философское стихотворение. Вот отрывок из него:

Будут дни великого смятенья:
Утомясь бесцельностью пути,
Человек поймет, что нет спасенья
И что дальше некуда идти;
Все вокруг открыто для познанья,
Гордый ум не ведает оков;
Больше нет преград и расстоянья,
Больше нет мгновений и веков.
Что ж ты стал, печально размышляя?..

Нет, никогда не настанут «дни великого смятенья». Бесконечна материя. И бесконечна способность человеческого разума в познании ее.

ВСТРЕЧА С ПРИВИДЕНИЕМ?

...Когда фокусник на сцене вдруг энергичным взмахом руки ловит в воздухе шарик от пинг-понга, зрители отлично понимают: это фокус. Это «ловкость рук и никакого мошенства». Да фокусник по существу и не пытается убедить зрителя, что он может создавать эти шарики из ничего. Иначе он превратился бы в фабрику таких шариков и перестал бы выступать перед зрителями...

Труднее бывает ученым, когда они внезапно оказываются лицом к лицу с явлением, в ходе которого «из ничего» возникает «что-то».

Взять хотя бы историю изучения явления радиоактивности. Как оно представлялось первооткрывателям? Совершенным чудом: крупинка соли радия непрерывно излучает сравнительно большие количества энергии, которая берется «из ниоткуда»! И это происходит день за днем, год за годом, десятилетие за десятилетием! И способность к излучению не иссякает! Кусочек серебристого металла подобен фонтану, бьющему в небо тугой струей воды, но даже не имеющему трубопровода для соединения с водопроводной сетью...

Можно было поставить под сомнение и закон сохранения материи, и самую материальность мира. Кстати, такие попытки делались.

Но материалисты глубже изучили законы радиоактивности и, отталкиваясь от них, открыли новый источник энергии, неизмеримо огромный, но запрятанный природой в глубину атомного ядра. Явление оказалось абсолютно материальным.



Ну, а что же «нематериальное» можно хотя бы представить существующим в нашем мире?

Вспомните бесчисленные рассказы о привидениях. Вот они — нематериальны. Только никто еще из ученых в ходе поставленных ими опытов не встречался с привидениями ни в каком виде.

Вспомните церковное учение о бессмертной душе человека, рае и аде, в которых пребывают души умерших.

Несколько столетий назад весьма убежденно указывалось местоположение и ада и рая. Первый занимал мрачные подземелья, был расположен глубоко под землей. Второй размещался в заоблачных сферах неба.

Кстати, церковники в те времена приводили и «естественные» доказательства. Извержения вулканов — это выбросы сквозь вентиляционные отверстия адского пламени, лава — использованная смола, в которой варили грешников. А звезды — отверстия в небесной тверди, сквозь которые и сияет свет райского блаженства...

Сегодня священники более осторожны в указаниях расположения этих мифических мест. Ибо предельные глубины земного шара уже прошупаны лучами сейсмических волн. И давно расколота хрустальная сфера небесного свода.

Местожительство душ покойников иные прелаты пытаются перенести в абстрактное четвертое измерение.

Мы живем в мире трех измерений. Три координаты четко определяют положение любого предмета в пространстве. И стола — в комнате, и планеты — в ее беге вокруг Солнца. Мир четырех и более измерений присутствует только в виде математических формул, применяемых в специальных главах математики. В действительности он невозможен.

Но такая «мелочь» не смущает церковников! В это лишенное физического, материального смысла пространство четырех измерений и пе-

ренесли они ад с его котлами и печами для устрашения грешников и рай с арфами и пальмовыми ветвями...

Можно прямо сказать: ни ада, ни рая, ни душ покойников никогда не встретят люди на своем пути исследователей. Не встретят потому, что их выдумали для верующих.

Помните: материя «дана человеку в ощущениях его», она «копируется, фотографируется нашими ощущениями». Но хотя это и абсолютная истина, применять ее надо осторожно.

НЕВИДИМАЯ МАТЕРИЯ

Далеко не всякое проявление материи «схватывает» человек своими органами чувств.

Вот классическое описание бурана в повести Пушкина «Капитанская дочка»:

«...Я выглянул из кибитки: все было мрак и вихорь. Ветер выл с такой свирепой выразительностью, что казался одушевленным; снег засыпал меня и Савельича...»

По существу такая снежная буря не столь уж грандиозное явление природы. Она охватывает сравнительно небольшой участок на поверхности земного шара, в нижнем слое атмосферы. Поднимитесь на пять-шесть тысяч метров — и облака, и снегопад, и ветер — все останется далеко внизу... Но человек, оказавшийся в центре этой бури, воспринимает ее многими органами чувств: он видит белую пелену мятущегося снега, слышит свист ветра, ощущает холод, чувствует специфический суховатый запах мороза...

А вот другое, несравненно более грандиозное явление, прямо космического масштаба.

В яростных вихрях материи, мятущейся вокруг солнечных пятен, рождаются неистовые потоки частиц, которые разгоняются магнитными полями и покидают атмосферу Солнца.

Они пронзают пространство, двигаясь со скоростью в несколько тысяч километров в секунду. Большая часть их так и исчезает в беспрепятственной глубине Вселенной. Но случается, что космический вихрь падает на нашу планету.

Ее полюса опоясывают тогда буйные пожары полярных сияний. Предельных интенсивностей достигает концентрация частиц в радиационных поясах, окружающих планету. Бушует так называемая магнитная буря.

Человек, стоя под ясным голубым небом без единого облачка, обдуваемый легчайшим ветерком, может и не знать о бешеной пляске электромагнитного поля Земли, о вихре, заполняющем все пространство — от планеты до жарко полыхающего Солнца. Его органы чувств непосредственно не воспринимают электромагнитного поля.

Но вот человек поднимает руку с компасом и смотрит на него. Что творится с такой всегда флегматичной и спокойной магнитной стрелкой?! Она бьется вокруг своей оси, как флаг под порывами ветра. Вот теперь и человек начинает «ощущать» мощь магнитного ветра...

Приборы помогают ему увидеть и представить всю космическую грандиозность магнитной бури. Так разве она не материальна? Разве она не обладает свойством материи — «существовать вне нашего сознания»?

Таких недоступных непосредственно нашим органам чувств проявлений материи можно найти бесконечно много.

Наши уши воспринимают примерно от 16—18 звуковых колебаний воздуха в секунду до 20 тысяч. Но разве нет более высоких и более низких частот? Конечно, есть! Есть и ультразвуки, и инфразвуки. Кстати, они обладают интереснейшими свойствами и широко используются в технике. Но мы не слышим их — и все тут...

Наши глаза реагируют на электромагнитные волны — световые лучи — очень узкого диапазона с длиной от 380 до 780 миллимикрон. Для них не существует ни инфракрасных, ни ультрафиолетовых лучей. Для них не существует ни рентгеновых лучей, ни радиоволн. А между тем все эти участки электромагнитного спектра давно изучены и широко применяются и в промышленности, и в науке...

Они реальны, они материальны — эти лучи невидимых участков электромагнитного спектра!.. Нашли их, изучили их по тому действию, которое они оказывают на другие предметы материального мира — магнитную стрелку компаса, эмульсию фотопластинки, колебательный контур радиоприемника...

ДВА МИРОВОЗЗРЕНИЯ

Издавна, еще с наивного детства человечества, боролись между собой два основных мировоззрения: материалистическое и идеалистическое.

Основной вопрос, разделявший взгляды материалистов и идеалистов, был вопрос об отношении мышления и материи. Материалисты считают, что материя существует вечно и в процессе ее развития возникает человек — высший продукт материи, когда она начинает постигать самое себя. Идеалисты на первое место ставят дух, в результате действия которого и возникает материя.

Примером идеализма может быть религиозное мировоззрение. В чем его главная суть? В том, что, по учению Библии, сначала был бог, который создал всю нашу видимую Вселенную, землю, небо, звезды, солнце, человека, океаны, моря и все живое, населяющее воздух, сушу и воду.

Библейскому мировоззрению не один десяток столетий. И конечно, сегодня трудно приспособить его для человечества. Но идеалистические, философские школы на протяжении своей «истории» не раз «меняли кожу», и иные из них, существующие и сегодня, куда потоньше и поядовитее наивных библейских сказок.

В противоположность всем видам идеализма материализм является единственным правильным мировоззрением, которое представляет мир существующим независимо от нашего сознания, познаваемым во всех его деталях и проявлениях.

В своем развитии материализм прошел ряд ступеней — расширялся круг знаний людей, изменялось, углублялось и усовершенствовалось и материалистическое мировоззрение. Высшей ступенью материализма является диалектический материализм, созданный величайшими философами человечества — К. Марксом и Ф. Энгельсом.

Маркс и Энгельс, обобщив достижения современных им отраслей знания, создали подлинно научную картину мира. Они не отделили человеческое общество — часть природы, как это делали до них все остальные философы. Они перенесли найденные ими законы развития материи на развитие общества разумных существ и впервые открыли объективные законы развития человечества. Эти законы существуют вне зависимости от нашего сознания, как независимо от нас существуют законы притяжения электрических зарядов или гравитационных масс... И наряду с диалектическим материализмом возник исторический материализм — наука о человеческом обществе. И диалектический и исторический материализм были в дальнейшем развиты В. И. Лениным.

Материализм и идеализм всегда находились в состоянии вражды. Подавляющее большинство ученых, внесших крупные вклады в развитие науки, были материалистами. По существу все революционные классы исповедовали материалистическое мировоззрение. И наоборот, гибущие, разлагающиеся классы становились под знамя идеализма, порождали идеалистические философские учения.

ПРЕДСКАЗАНИЕ И НАУЧНЫЙ ПРОГНОЗ

Борьба материализма и идеализма затрагивает и вопрос о том, можно ли предвидеть будущее.

Идеалисты утверждают: да, предсказание возможно. Оно доступно многим людям, обладающим особыми свойствами,— провидцам, гадалкам, ясновидящим, колдунам. Как они это делают, объяснить, конечно, никто не в силах. Чем связаны между собой грядущие судьбы и внутренности только что убитого петуха, расклад игральных карт, форма растекшегося по чашке кофейного осадка или расположение планет и звезд? Видимо, ничем! Но сторонники этой точки зрения далеки от понятий логики, они не требуют от ловкого шарлатана доказательств, они берят.

Материалисты не берутся предсказывать события, связанные с жизнью и деятельностью отдельного человека. Они основываются на возможности предвидеть ход тех или иных процессов, подчиняющихся известным материалистическим законам. Например, можно установить на много лет вперед даже время солнечных затмений, появления больших комет и других небесных явлений. Можно прогнозировать развитие науки. Можно, опираясь на достижения прогресса, планировать хозяйствственные перспективы...

Отдавая дань времени, в котором все меньше остается места «потусторонним» вмешательствам, за рубежом разработали и широко рекламируют специальные методы прогнозирования, предусматривающие ши-

рокое привлечение «лучших мозгов» нации. Созданы специальные институты и мощные лаборатории. Однако они чаще всего ограничены пределами отрасли промышленности — изучением конъюнктуры на рынке, спроса на те или иные изделия и тому подобное.

Но даже в таких вроде бы простых вопросах, как положение с ценами на тот или иной товар, случаются ошибки. И подтверждение этому — тысячи разоряющихся на валютных биржах. Сколько раз внезапное изменение казавшейся незыблемой ситуации заставляло еще вчера вполне респектабельных бизнесменов смертью своей платить за недостоверность знания, за неумение «смотреть в корень», постигнуть законы общественно-политического развития.

«Прятали под крыло» голову и русские купцы, советуясь со знахарями и колдунами, да и древние греки тоже считали крайне целесообразным обращаться к ведунам и сивиллам. Да, конечно, не много разумного могла предсказать выступающему в поход военачальнику одурманенная вулканическими испарениями женщина. А теперь «сивиллы» вооружены мощнейшими электронно-счетными машинами, данными о военном, экономическом, промышленном, моральном потенциале обеих сторон, сообщениями разведок. Право же, такая «сивилла» многое может, о чем и не снилось составителям гороскопов.

Сегодня — время науки. Вот зарубежные дельцы и одели своих вчераших гадалок в костюмы докторов наук и в военные мундиры...

Настоящее научное прогнозирование всемогуще. Да, у нас тоже работают соответствующие институты. Но у нас есть государственный план. И мы его выполняем. В настоящее время уже началась разработка длительного планирования, до самого конца двадцатого века. На двадцать пять лет! Надо ли говорить, что в его основу берутся именно достижения материалистической науки!

Особенно «легко» прогнозировать развитие науки. Возьмем, к примеру, такую наисовременнейшую ее область, как космонавтика. Можно быть абсолютно уверенным: вслед за посещением Луны следующей на очереди планетой будет Марс. Потом состоятся полеты людей вокруг Венеры, если высокие температуры не позволят запланировать высадку на ней. Потом Меркурий и спутники Юпитера. И вряд ли кто-либо решится спорить эту последовательность...

Возможная дальность прогнозирования ничем не ограничена. Это великолепно подтверждает свидетельство истории.

Еще в XIII веке, в черные годы торжества религии и мракобесия, в монастырской тюрьме много лет подряд томился знаменитый английский философ Роджер Бэкон. Жизнь его уже подходила к концу. Предчувствуя это, он спешил передать бумаге драгоценный запас наблюдений и выводов, опытов и умозаключений — все, что было накоплено им в результате размышлений. Но не только в прошлое был устремлен взгляд ученого. Он смотрел далеко вперед. Кажется, он видел наше время.

Вот что писал он о возможностях науки, ее грядущих победах:

«Можно сделать орудия плавания, идущие без гребцов, суда морские и речные, плывущие при управлении одним человеком быстрее, чем если

бы они были наполнены людьми. Так же могут быть сделаны колесницы без коней, движущиеся с необычайной скоростью... Можно сделать летательные аппараты, сидя в которых человек сможет приводить в движение крылья, ударяющие по воздуху, подобно птичьим... Можно сделать аппарат, чтобы безопасно ходить по дну моря и рек... Прозрачные тела могут так быть отделаны, что отдаленные предметы покажутся приближенными... так, что на невероятном расстоянии будем читать малейшие буквы и различать малейшие вещи, а также будем в состоянии рассматривать звезды, как пожелаем... приблизить к Земле Луну и Солнце...»

Не правда ли, блистательный прогноз! Он был сделан в 1267 году, а первое «судно без парусов» вышло в плавание только в 1807 году, первая «колесница без коней» — в 1829 году, летательные аппараты совершили первые полеты, которые правильнее назвать «прыжками», в самом конце прошлого века. Телескоп изобрели, видимо, в XVII веке, а подводные лодки, водолазное снаряжение — детище века XIX.

Так, может быть, предсказание будущего науки — действительно не так сложно? Конечно, это неверно. Из сотен тысяч, а то и многих миллионов предсказаний, сделанных за истекшее время, сбываются едва ли доли процента. В чем же тайна Роджера Бэкона?

Католическая церковь предрекала близкий «конец света», день «страшного суда», а ученый свято верил в науку. Не ту схоластическую науку, которую волновали вопросы о том, сколько ангелов усядутся рядом на острие иголки, и которая лучшим доказательством считала цитаты из Библии. Он верил в новую науку, в основу которой положен опыт. «Одна опытная наука дает совершенное знание...» — писал он.

Он смотрел на науку не как на нечто неизменяющееся, а как на растущий организм, развитие которого в значительной части принадлежит будущему. Это по существу диалектический взгляд. Он-то и определил успех удивительного предвидения Роджера Бэкона.

Однако в нем есть и свои недостатки. Какие конкретные технические новшества имел в виду Бэкон? Какие принципиальные отличия своих устройств постулировал? Сколько времени нужно было ждать человечеству, чтобы овладеть столь нужными ему приборами? Этого ученый не знал.

Нет, сегодня нам требуются иные прогнозы.

Иван Ефремов в 1944 году написал рассказ «Алмазная труба» — о находке в нашей стране алмазных месторождений. Предвидения фантаста блистательно оправдались в 1954 году, ровно через десять лет после появления рассказа.

Вот такой прогноз заслуживает всяческого уважения. В чем же его отличие от прогноза Роджера Бэкона?

Всякий прогноз (будем отличать его от предсказания, которое зависит от субъективных впечатлений) опирается на систему научных доказательств. Ефремов основывался на установленном геологами сходстве Сибирской платформы и Южно-Африканского плато. Они были одинаковы по происхождению, по набору полезных ископаемых — платине, железу, никелю, хрому, по типу кристаллизации и т. д. Значит, и тут

и там должны быть кемберлитовые трубки, в которых только и встречается редчайший камень земли.

Всякий прогноз является экстраполяцией известного в еще неисследованное. Экстраполяция — выражение математическое, означающее положение кривой, описывающей значение какой-нибудь функции за пределами той области, в которой мы ее можем проверить. Ну, к примеру, американский ученый Дирек Прейс еще в 1956 году построил кривую роста числа статей по физике, публикуемых в мире ежегодно, считая с начала нашего века. Он выяснил, что каждые 12 лет количество таких статей удваивается. Можно определить, пользуясь его данными, сколько новых журналов надо будет прочитать, чтобы вместить всю массу новых сведений через 50, 75, через 100 лет. И к такому прогнозу нельзя не прислушаться. То же относится к росту производства металла и обуви, энергии и пищевых продуктов. Но даже эти факты надо проверять. В первую очередь — опытом. Ведь кривая, которая десятки лет имела одну форму, внезапно может измениться и повернуть совершенно в другую сторону.

Подтверждение можно взять из повседневной жизни. В течение многих лет в нашей стране повышалось потребление хлеба заводской выпечки. Процесс этот был понятен: увеличивалось население городов, поднимался жизненный уровень и т. д. Планирующие органы знали это и санкционировали строительство новых хлебозаводов, модернизацию старых. И вдруг обнаруженная закономерность «перестала работать». Потребление хлеба начало падать. Причиной оказалось именно повышение жизненного уровня людей. Они могли позволить себе покупать более «изысканные» продукты. В результате сегодня наша хлебопекарная промышленность переходит на выпуск изделий «малого» формата — булочек, рожков, батончиков и т. д.

Таким образом, даже четко проведенная экстраполяция еще не дает убежденности в ее справедливости.

Недавно для одной работы я подобрал наиболее мрачные прогнозы западных специалистов. Все они касались вероятной смерти человечества и все были обоснованы ссылками на рост тех или других неблагоприятных факторов. Можно было — в зависимости от вкуса — выбрать гибель от удушья (растет количество вредных газовых выбросов), от жажды (химия отравила всю воду планеты), от жары (тепловые электростанции «греют» воздух), от холода (запыленная атмосфера не пропускает солнечных лучей). Можно оказаться погребенным в горе отбросов (синтетические материалы не разлагаются), можно умереть от смертоносных радиационных излучений (отходы атомных электростанций) и т. д.

Спешу успокоить читателя: все эти прогнозы не сбудутся. Завидев впереди опасность, человечество сможет объединить свои силы для того, чтобы преодолеть ее. Отнюдь не случайно среди первых соглашений, заключенных между Советским Союзом и Соединенными Штатами Америки, было соглашение о совместной борьбе с загрязнениями окружающей среды. Многие страны включились в общее дело. Созданы уже специальные международные организации по защите Балтийского и Сре-

диземного морей и т. д. Разум народов дозрел до понимания того, что Земля — их дом и в нем необходимо поддерживать порядок и чистоту.

Таким образом, имеют шансы сбыться лишь те прогнозы, которые базируются на диалектическом методе материалистического мышления.

Есть еще и такая, более сложная (и дорогая!) методика предвидения. Например, составляются вопросы относительно сроков того или иного ожидаемого открытия. Ответы суммируют, крайние значения отбрасывают и выбирают «золотую середину» — «от» и «до». Вот для этой «игры» и привлекаются «лучшие мозги нации».

Вряд ли стоит говорить, что открытие не может быть предсказано, иначе это уже не открытие. Кто мог предсказать до открытия Герцем радиоволн, что возможна связь на тысячи километров без проводов? Или — еще проще — кто мог предсказать до открытия огня возможность создания паровой машины и получения стали? Да и кемберлитовые трубки в Восточной Сибири обнаружили не столько геологи, сколько теоретики, которые обратили внимание на сходство двух континентальных плато.

И поэтому в списке вопросов обычно фигурируют прогнозы изобретений и технологических приемов. И есть прямые «издержки», о которых не совсем удобно вспоминать — такие действительно крупные имена стоят за ними. Примером может служить ажиотаж вокруг языка дельфинов, разгадка которого казалась несколько лет совсем близкой. Эта тема почти неизменно фигурировала в вопросных анкетах. А сейчас большинство ученых считают, что мозг дельфинов недостаточно развит и никакого «дельфиньего» языка нет...

Что же, бывают и подобные ошибки, которые вызваны ничем иным, как увлеченностью исследователей. Но именно эта увлеченность, преданность науке раздвигает ее горизонты, увеличивает возможности человека.

ЧЕЛОВЕК ВСЕ МОЖЕТ!

Материализм исходит из убежденности, что мир материален и познаем, как мы уже говорили. В нем нет ничего, чего не смог бы рано или поздно постичь человек.

Бесчисленные факты подтверждают это. Разве не проникла мысль человека в мир неуловимо малых частиц, из которых состоит материя, и разве уже не служит людям энергия, рождаемая в конвульсиях этих частиц, заключенных в реакторы атомных электростанций? Разве не человек заставил ожить экраны телеприемников и передавать изображения происходящего на расстояния в тысячи километров? Разве не построил он ракеты, не вышел в ближний космос, не запустил вокруг Венеры два искусственных спутника? Это — сегодняшние достижения науки. Но удивительнейшим перспективам не будет предела.

Среди них — победа над всеми болезнями.

Среди них — управление наследственными качествами живых су-

ществ... Люди смогут сами создавать еще не известные породы и виды животных и растений. А какими они сделают самих себя?!

Академик В. А. Энгельгардт полагает, что будет побежден сон, отнимающий у человека почти третью жизни.

Академик А. Н. Несмеянов убежден, что главной задачей медиков будущего станет усовершенствование возможностей мозга. Ученый считает, что нуждается в улучшении наша память, скорость приема информации... Почему не ускорить процесс чтения, чтобы за минуту прочитывались не 1—2 страницы книги, а 10—20 страниц? Почему не сделать память такой, чтобы раз увиденная таблица логарифмов отпечаталась накрепко и не возникала потребность пользоваться справочниками?..

Но, пожалуй, самую дерзкую идею высказал ныне покойный президент Белорусской Академии наук В. Ф. Купревич.

Естествоиспытатель, ботаник по своей узкой научной специальности, он считал, что среди проблем, которые решат медицина и биология, будет проблема бессмертия.

Почему человек должен умереть? Почему неумолимо наступает старость? Потому ли, что это неотвратимый закон природы, с которым бороться бессмысленно и невозможно?

— Нет,— говорил ученый,— такого закона нет. И с моей точки зрения, слабый и легко разрушаемый живой организм несравненно более приспособлен к тому, чтобы существовать неопределенно продолжительное время, дольше, чем, скажем, пирамида Хеопса. Она невосстановима. Сорвало с нее ветром песчинку — она стала меньше на эту песчинку. А живой организм сам умеет восстанавливать мелкие повреждения. Застраивает порез, если вы поранили палец. Срастается сломанная кость. В нашем теле идет непрерывный обмен веществ, благодаря которому оно и обладает этой способностью самовосстановления. Так почему бы этому процессу не продолжаться в каждом отдельном случае практически вечно?

В любом живом организме работает своеобразный регулирующий механизм, который подает ему команды. Сначала — это команда «рассти». Затем, когда организм становится взрослым, — команда остановиться в росте. Этот же механизм распоряжается и старением.

Мы еще не знаем деталей его работы. А когда узнаем — научимся его отключать или подавать те команды, какие нам захочется.

Это было справедливо всего десять лет назад. Десять лет в жизни современной науки — большой срок. И как раз в 70-х годах ученые наконец начали постигать те детали механизма старения, о непонимании которых скорбел ученый.

И на этот раз неопровергимо наше утверждение: человек все может!

В ВЕЧНОМ ДВИЖЕНИИ

Ну, а есть ли у материи — сколь бы различны ни были отдельные элементы, вещества, предметы, слагающие это большое понятие,— какие-либо общие свойства?

Мы уже говорили о двух из них. Одно — материя существует вне нашего сознания.

И другое — она существовала и будет существовать вечно; она не уничтожима и не создаваема из ничего и только может переходить из одной формы в другую.

Третье свойство материи заключается в том, что она неразрывно связана с движением. Невозможно представить себе ее иначе. Непрерывно пульсируют элементарные частицы вещества. Колеблются в тепловом движении атомы и молекулы. Совершает обороты вокруг Солнца Земля. Разворачивается гигантский вихрь Галактики. Ничего неподвижного нет в нашем мире...

...Однажды в группе ученых-физиков зашел разговор о том, каким способом можно было бы передать весть о себе от одной культуры разумных существ к другой — через миллионы и миллиарды лет разделяющего времени. Способ найден не был...

Действительно, самые сверхпрочные стали, самые сверхстойкие металлы — титан и золото, платина и иридий — не могут стать носителями подарка, которому надлежит пробыть неизменным даже в сравнительно очень устойчивых и благоприятных условиях, скажем, такой спокойной планеты, как наша.

Вот мы зарыли в землю иридиевый сундук, в котором лежат книги с листами из того же иридия и выдавленными на них буквами...

Начинается действие геологических агентов. Стенки сундука разъедают вода. И как ни устойчив иридий, не растворяющийся даже в царской водке, понемногу и он будет растворяться в этой агрессивной чуть подкисленной или чуть подсоленной воде. Так же, как растворяется в стакане кусок сахара, но, конечно, в миллионы раз медленнее...

Постоянное движение пластов может опустить наш «подарок вечности» в такие глубины земли, где температура выше 2454 градусов, и тогда сундук просто растает, как тает мороженое в жаркий день. Или оно может, наоборот, выбросить его на поверхность, и он окажется, допустим, на морском побережье, перетираемый ударами волн, песка, гальки... А по всей вероятности, за миллионы и миллиарды лет доведется ему испытать и то, и другое, и третье...

Да, мы еще не учли тепловой диффузии в самих листах иридиевых книг, влияния текущих в земных слоях электрических токов... И многих других непрерывно разрушающих факторов. Но и так все ясно.

Нет, не сохранится наш иридиевый сундук на планете, на которой даже горные хребты слаживаются всего за несколько сотен миллионов лет...

— Надо выбросить этот «подарок вечности» на орбиту искусственного спутника. Пусть болтается вокруг Земли... — предложил кто-то.

Но и это предложение было отвергнуто. И искусственный спутник, и искусственная планета не «проживут» столько. Их взорвут шальные метеориты, изгложет метеорная пыль, бомбежка космическими лучами. Разве только сделать такой спутник величиной с Луну... Но тогда через миллиарды лет все разумно организованное нами смешается в нем в первозданный хаос материи...

И оказалось, по общему мнению, что самым долгоживущим вестником может быть... луч света! Вот мы зашифровали в нем какую-то информацию и «выстрелили» им из гигантского кристалла лазера — ну, скажем, в направлении одной из самых отдаленных туманностей... Конечно, и этот луч будет слабеть с расстоянием, рассеиваться встречными пылинками и молекулами газов... Но все же, если сделать его достаточно сильным, через миллиард лет смогут его поймать разумные существа на планетах той, отдаленной туманности и расшифровать наше послание...

Так только самым неистовым движением можно бороться с нашим непрерывно движущимся миром. Миром, где немыслима материя без движения, как, впрочем, и движение без материи...

Движущаяся материя неразрывно связана с пространством, в котором она находится, и временем, которое измеряется изменениями материи. Пространство и время — суть формы ее существования. Без материи не может быть ни пространства, которое отмеряется только относительно каких-то материальных точек, ни времени.

Попробуйте себе представить время, не измеряемое изменениями в состоянии материи — движением стрелок часов, вращением Земли вокруг своей оси или обращением ее вокруг Солнца, ростом бороды или появлением чувства голода... Попробуйте представить себе и пространство, не имеющее опорных материальных точек, — неподвижных или движущихся сквозь него... Могу сразу предсказать: не удастся вам создать эти представления... Ибо и пространство и время без материи «суть ничего, пустые представления, абстракции». Эти слова принадлежат Фридриху Энгельсу.

ПО СТУПЕНИЯМ МАТЕРИИ

Сегодня ученые знают материю в двух основных формах — вещества и полей.

...Не знаю, где и когда впервые задумался человек о строении вещества. Вероятно, еще вооруженный дубиной и копьем, собирая некий первобытный «кестествоиспытатель» осколки камня у обрыва подмытой рекой скалы. Он брал такие, которые было бы легко превратить в каменный нож, скребок, наконечник стрелы. И вдруг из россыпи бросила в его еще по-звериному узкий зрачок светлый луч грань кварца.

И вот разбрызгивающий свет камень лежит на его жесткой ладони. Он внимательно вглядывается в пляску огней, желая что-то понять, пытаясь сформулировать на своем примитивном языке новую мысль. И может быть, именно тогда возникло это — нет, не слово — понятие — кристалл.

С этого уровня началось изучение материи — и глубь, и ширь.

Сегодня люди уже отчетливо представляют себе устройство кристалла.

Они разобрались и в первичных кирпичиках кристаллов — в атомах вещества. Великий русский химик Д. И. Менделеев навел строгий порядок на этом «уровне», составив периодическую таблицу элементов.

Сложнее обстоит дело с систематизацией еще более мелких частиц материи — так называемых элементарных частиц, из которых построены атомы. Нет еще для них такой периодической системы. Само открытие их существования, проникновение еще на одну ступень в глубь материи целиком принадлежит нашему XX веку. И мы еще очень мало знаем о физическом строении этих частиц. Именно здесь проходит пока передний фронт науки. Мы еще не продвинулись в нашем познании дальше в глубь материи.

Одновременно шло изучение материи и вширь.

Еще в философских прозрениях некоторых древних греческих философов утверждалась идея о шарообразности Земли. Двадцать веков спустя эту гипотезу превратило в точное знание кругосветное путешествие Магеллана. Но и сегодня еще далеко не все знаем мы о строении нашей планеты...

Великий подвиг совершил польский ученый Коперник, в середине XVI века сорвавший Землю с ее центрального положения в планетной системе и окунувший ее наряду с другими планетами в вечный бег вокруг Солнца. Это он по существу открыл Солнечную систему — следующую ступень строения материи. Впрочем, первым догадался о таком устройстве мира Александрийский философ Аристарх Самосский.

Наверное, следующей ступенью в организации материи следует считать Галактику — большой звездный город, только одной из сотни миллиардов звезд-жительниц которого является наше Солнце. Что ж? О том, что звезды — это далекие солнца, также высказывали догадки древние философы. Но и в наше время еще нечетко представляем мы даже самую общую планировку нашего звездного города. Ведь в этом мы подобны человеку, стоящему на крыше своего не самого высокого дома на одной из окраинных улиц Москвы и пытающемуся на основе непосредственно видимого составить точный план нашей столицы...

Некоторые ученые считают, что удается уже установить некоторые закономерности следующей ступени организации материи — метагалактики — пространство, лишь малую часть которого можем мы обозреть с помощью самых сильных оптических и радиотелескопов, но которое целиком описывают уравнения теории относительности Альберта Эйнштейна.

Таковы известные нам ступени организации одной из форм материи — вещества.

С развитием наук их, видимо, будет еще больше. И каждая ступень — своеобразна; природа нигде не повторяет самое себя. И если человек, проникнув на следующую ступень, вначале ищет аналогий с тем, что ему известно, то, накопляя новые факты, он убеждается, что попал в новый «странный» мир со своими особыми законами. Таким «странным» миром является мир кристалла по сравнению с макромиром обычных вещей. Еще более «странен» мир атома. И совсем незпохож на них мир элементарных частиц...

■

Мы говорили, что материя может существовать не только в виде вещества, но и в виде поля. Впрочем, надо сразу же заметить, что поля неразрывно связаны с веществом.

Какие же поля, известные сегодня науке, служат человеку?

Первое — поле ядерных сил. Оно неизмеримо огромно, но действие его проявляется лишь в пределах пространства, соизмеримого с величиной элементарных частиц.

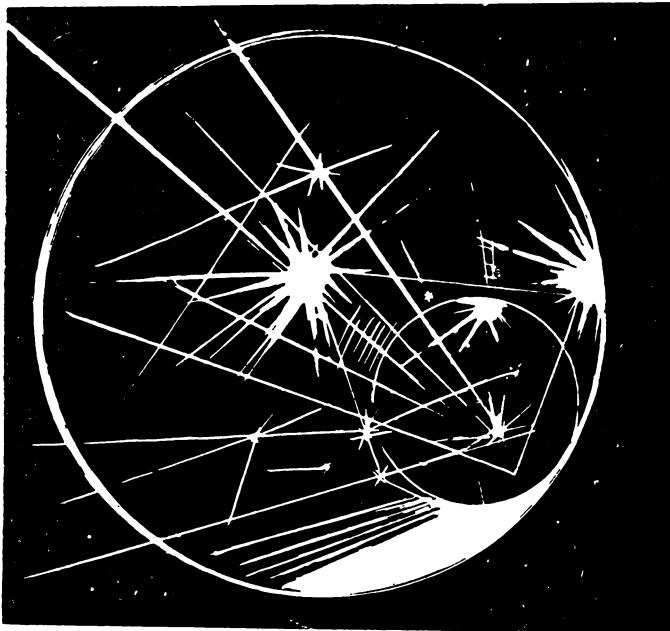
Второе — электромагнитное, всем знакомое, самое прирученное поле. Оно покорно работает в наших машинах, приборах, аппаратах. Оно нужно техникам и врачам, астрономам и водителям троллейбусов. Но и оно таит немало еще не раскрытого и не применяемого человеком.

Третье — гравитационное поле. Сегодня это самое таинственное поле. Еще очень мало знаем мы о его физической сущности!

Так пройдем по ступеням вещества, по завоеванной области от одного фланга до другого. Посмотрим, как «приручает» человек вещество, как он овладел тайнами различных ступеней его организации. Узнаем, какова власть человека и над известными ему материальными полями.

2

ГЛАВА



МЕЛЬЧАЙШИЕ
КИРПИЧИКИ
МИРОЗДАНИЯ

Eще философы Древней Греции догадывались о существовании атомов — мельчайших частиц вещества, дальнейшее дробление которых было, по их мнению, невозможно. Рассказывают, что знаменитого мудреца Демокрита, почти две с половиной тысячи лет назад утверждавшего это, навело на такую мысль наблюдение за золотыми ручками дверей храма. Они становились заметно тоньше, истирались в тех местах, где к ним бесчисленное количество раз прикасались руки верующих.

Десятки веков, вплоть до конца девятнадцатого столетия, господствовало учение о неделимых атомах. По-разному представляли их — иногда крохотными шариками, иногда бесформенными телами. Но никто, пожалуй, даже предположить тогда не осмелился, что атом имеет сложное строение...

Только великий Энгельс, вооруженный мощнейшим оружием мыслителя — диалектическим материализмом, сумел увидеть в неделимых атомах сложные образования. Он писал, что «атомы отнюдь не являются чем-то простым, не являются вообще мельчайшими известными нам частицами вещества». Однако разбить атом, прорваться в прежде закрытый для человека мир несравненно более мелких частиц — все это целиком подвиг нашего дерзкого, неспокойного, пытливого времени.

Только одна элементарная частица была обнаружена в прошлом веке — электрон. Между тем электрон отнюдь не запрятан в глубины материи. Электронами фонтанируют в вакууме раскаленные металлические нити. Из ряда металлов электроны выбиваются потоками солнечных лучей. Некоторые металлы излучают электроны в самопроизвольном расщеплении своих ядер. Но электрон нельзя просто увидеть, нельзя взять в руки и пощупать. И поэтому обнаружен он был только тогда, когда лаборатории физиков начали обзаводиться более тонким оружием исследователей.

Сложное строение атома стало выясняться после открытия знаменитого французского физика Беккереля. Однажды — это было в 1896 году — он положил кусок содержащей уран руды на завернутую в плотную бумагу фотопластинку и забыл об этом. Когда он через несколько дней проявил пластинку, на ней оказалось темное пятно. Урановая порода испускала какие-то лучи, засветившие пластинку.

А еще через пару лет Пьер Кюри и Мария Склодовская-Кюри получили первые крупинки солей новых, еще не известных металлов — полония и радия. Удивительных радиоактивных металлов. Выбрасываемые ими лучики радиации словно приветствовали рождение XX века — века беспримерного наступления на всех фронтах науки.

ХРОНИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Открытие радиоактивности Беккерелем — безусловно первое, принадлежащее ядерной физике. Но даже полтора десятилетия после этого ученые еще не подозревали о существовании ядра атома.

Лишь в 1911 году знаменитый английский физик Эрнест Резерфорд

натолкнулся на явление, в корне перевернувшее все представления о строении вещества. Впрочем, сказать «натолкнулся» было бы не совсем правильно. Резерфорд много лет подряд и крайне плодотворно изучал радиоактивность. Он нашел в этих лучах разные составляющие. Он узнал новый радиоактивный элемент — эманацию тория, создал первую теорию радиоактивного распада, доказал, что альфа-частицы являются по существу ядрами гелия, первым объяснил возможность превращения в результате радиоактивного распада одних элементов в другие. Начиная с 1907 года он начал подробно исследовать особенности прохождения сквозь различные вещества тех самых альфа-частиц, природа которых ему в общем-то уже была понята. Вот тогда-то на каком-то этапе опытов и поразило его одно обстоятельство.

Подавляющее большинство альфа-частиц, исторгнутых солью радия, проходило через вещества, понемногу замедляя свою скорость, как бы от торможения окружающей среды. Но отдельные, очень редкие частицы внезапно резко изменяли направление полета, словно они испытывали какой-то лобовой удар или натыкались на нечто такое, от чего отскакивали в сторону или даже прямо назад, как резиновый мячик от столба. Что же за рифы содержит твердое вещество? Почему только немногие альфа-частицы ударяются о них?

Надо помнить еще, что скорость альфа-частицы, исторгнутой взорвавшимся атомом радия, достигала в начальный момент десятков тысяч километров в секунду. Только провзаимодействовав примерно со 100 тысячами атомов, скажем, воздуха, оторвав у одних электроны, другие толкнув, сообщив им какую-то скорость, теряет она, пролетев несколько сантиметров, свою бешенную энергию. Какая же преграда должна возникнуть в веществе на пути снаряда, движущегося со столь огромной скоростью, чтобы он отскочил от нее, как мячик? Резерфорд высказал предположение, что масса атома не распределена равномерно по его объему, что атом не манная кашка, в которой кое-где вкраплены изюминки — электроны, а именно таким представляли тогда ученые строение атома. Нет, вся или почти вся масса атома сосредоточена в его ядре, радиус которого составляет едва одну десятитысячную от радиуса всего атома. Таким образом, атом оказался почти «пустым». Если мы захотим нарисовать модель атома и ядро его обозначим кружком величиной в копеечную монету, крайнюю границу нам придется провести раствором циркуля радиусом в 25 метров. И в этом гигантском «пустом» пространстве крутятся по своим орбитам несколько еще более крохотных, чем ядро, электронов...

Сам Резерфорд был потрясен неожиданностью этих сделавших эпоху в истории физики опытов. Вот как он рассказывал впоследствии:

«Это было, пожалуй, самое невероятное явление, которое когда-либо встречалось в моей жизни. Оно было почти таким же невероятным, как если бы вы обстреливали 15-дюймовыми снарядами лист самой тонкой бумаги, а они отскакивали обратно и попадали в вас. После размышлений над этим обстоятельством я убедился, что это обратное рассеяние могло быть только результатом прямого попадания. Но когда я произвел нужные расчеты, то увидел, что полученный результат по величине

тоже невероятен, за исключением того единственного случая, когда вы имеете дело с системой, в которой большая часть массы сосредоточена в ничтожно малом ядре».

Это поразительная картина — атом, каким он представился Резерфорду. Но самые главные его тайны хранило, конечно, ядро. Ведь вся масса атома оказывается сосредоточенной именно в нем. Ну, а каков же удельный вес вещества, из которого сложено ядро? Оно должно иметь фантастическую плотность... И действительно, несложные расчеты показали, что кубический сантиметр плотно уложенных друг с другом атомных ядер весил бы более 100 миллионов тонн!

Это тоже было ново, непредставляемо. Из чего же состоит ядро? Как оно устроено?

Было нелегко ответить на эти вопросы. Для этого надо было научиться разбивать ядра, «артиллерия» же физиков была в те времена далеко не такой мощной. А ведь ядро, закрытое слоями электронных оболочек, обладает большим положительным зарядом. Если применить в качестве «тарана» электрон, его отбросит от ядра, заставит свернуть в сторону взаимодействие с электронами оболочек. Положительно заряженную частицу отбросит само ядро. Надо разогнать «снаряд» до очень большой скорости, чтобы он преодолел эти электрические силы отталкивания.

И поэтому в течение около восьми лет шли главным образом теоретические споры о строении атомного ядра. Лишь в 1919 году Резерфорд же, бомбардируя ядра азота, доказал, что из них при расщеплении вылетают ядра простейшего из элементов периодической таблицы Менделеева — водорода. Резерфорд назвал их протонами, что значит — простейшие. Так стала известна вторая элементарная частица вещества, второй кирпичик материи. Правда, догадка о ее существовании появилась значительно раньше.

Примерно через десять лет была найдена третья. Сразу же после открытия Резерфордом протона сделалось ясно, что в ядрах элементов, кроме протонов, должны находиться еще какие-то частицы, не обладающие зарядом, но близкие по массе к протону. Их в 1920 году предсказали одновременно физики в Англии, в Америке и в Австралии. Но «увидеть» их также оказалось непросто. Дело в том, что для изучения элементарных частиц, для наблюдения за их полетом применялась камера Вильсона. Однако в ней оставляют след только заряженные частицы. Обнаружить незаряженные нейтроны в то время было нереально.

Помог случай. В конце двадцатых годов немецкие физики подвергли бомбардировке альфа-частицами бериллий. При этом сам бериллий становился источником очень слабого, но обладающего значительной проникающей способностью излучения. Оно легко пронзало экраны, которые надежно задерживали все другие виды радиоактивного излучения, кроме гамма-лучей.

Это и были нейтроны. Но поняли это не немецкие физики и даже не Ирен и Фредерик Жолио-Кюри, много экспериментировавшие со странным излучением. Первым пришел к этой мысли в 1932 году ученик Резерфорда, молодой английский физик Джеймс Чедвик. И не только теоретически, но и рядом остроумнейших опытов подтвердил свою правоту.

Так в таблице первичных кирпичиков Вселенной появился третий член — нейтрон.

Что ж? По мнению ученых, этого было вполне достаточно для создания стройной модели атомного ядра.

И она была разработана в том же 1932 году независимо друг от друга немецким ученым Вернером Гейзенбергом и советским физиком Дмитрием Дмитриевичем Иваненко.

Атом казался построенным гармонично и красиво. В ядре содержались протоны и нейтроны. Число протонов определяло заряд ядра и порядковый номер в периодической таблице. Каждый элемент отличался от своих ближайших соседей на один протон. Масса протонов и нейтронов составляла атомный вес элемента. А вокруг ядра по круговым орбитам двигались электроны. Их столько же, сколько протонов, и поэтому, в общем, атом оказывался электрически нейтральной системой...

К сожалению, модель не отличалась достаточной убедительностью. Она не отвечала на целый ряд вопросов. Она не объясняла, например, почему не разлетаются под действием сил электрического отталкивания одноименно заряженные протоны. Она не объясняла, что заставляет удерживаться в ядре нейтроны — частицы незаряженные и поэтому вроде бы независимые, абсолютно свободные.

МИР БОЛЬШИХ СТРАННОСТЕЙ

Впрочем, весь этот рассказ упрощен и очень схематичен. К тому времени уже стала общепризнанной истиной, что законы обычной ньютоновской механики неприемлемы для мира элементарных частиц. И была создана стройная и точная, как это совершенно ясно теперь, квантовая механика. У ее колыбели стояли два гениальных физика — Макс Планк и Альберт Эйнштейн. Еще в 1905 году Эйнштейн произнес слово «фотон», понимая под ним мельчайшую, неделимую частицу электромагнитного поля. А за пять лет до этого Планк произнес слово «квант», обозначив этим термином мельчайшую порцию энергии, которая может быть излучена или поглощена. Таким образом, фотон стал как бы частным случаем кванта.

Важное значение в начале XX века приобрела также теория относительности, раскрывающая законы движения тел с большими скоростями.

Теория относительности, квантовая механика и позволили сформулировать те законы, которые управляют миром элементарных частиц.

Весьма своеобразными оказались эти законы. Даже такие как будто бы незыблемые понятия, как время, пространство, масса тела, были лишины своей абсолютности. Выходило, что скорость течения времени зависит от скорости движения предмета и точки, в которой находятся часы, по которым мы измеряем это время. Что зависят от скорости движения габариты движущихся тел и массы их. Только одно утверждалось неизменным в мире, описываемом уравнениями Эйнштейна: скорость света. Как бы мы ни измеряли ее, с какой бы скоростью ни приближались к источнику света, она всегда оставалась постоянной и равной в пустоте

299 776 километрам в секунду. Впрочем, Эйнштейн да и большинство физиков при расчетах вплоть до сегодняшнего дня принимают скорость света равной 300 000 километров в секунду.

Новая теория, вовравшая в себя квантовую механику и теорию относительности, соединила в одно такие внешне не похожие понятия, как «поле» и «вещество». Выяснилось, что они не только взаимосвязаны, но и могут превращаться друг в друга. Это было фантастичным: энергии соответствует определенная масса! Стакан горячего чая весит больше холодного; пуля, лежащая в патроне, имеет массу меньшую, чем эта же пуля, вылетевшая из канала ствола; топливо, сожженное в топках электростанций, весит больше, чем все продукты горения, если бы их удалось собрать...

Правда, эти изменения массы, взаимные переходы вещества в поле и поля в вещество становились заметными только при скоростях, близких к скорости света. Но именно такие скорости характерны для микромира.

Уточнились представления и о самой физической сущности элементарных частиц. Вначале их считали чем-то похожими на мячики или не очень твердые шарики. Но постепенно стали понимать, что все без исключения объекты микромира обладают одновременно свойствами и четко ограниченных частиц и электромагнитных волн, своеобразных волновых колебаний, больше всего напоминающих размытое облачко. Двигаться же электроны могут вокруг ядра атома не по любым произвольным орбитам, а лишь по тем, которые «разрешены» квантовой механикой. Сделалось ясным и другое: невозможно рассчитать, где, в какой точке своей орбиты в данный момент времени они находятся. Точнее, они находятся одновременно во всех точках, словно бы «размазанные» по орбите... Да и само понятие орбиты условно и не соответствует обычному значению этого слова. Все это достаточно трудно представить сегодня неспециалистам, но еще труднее было ученым, впервые формулировавшим новые законы.

Так вот, с учетом этих законов модель строения атома и его ядра оказывалась более убедительной. Она великолепно, например, объясняла образование спектров веществ.

И все-таки объяснить, какие силы удерживают вместе компоненты ядра атома, было невозможно, даже используя все законы и выводы теории относительности и квантовой механики. И физики продолжали искать.



В 1928 году англичанин Поль Дирак, ученик Резерфорда, высказал гипотезу о возможности существования еще одной элементарной частицы. Ему была «необходима» частица с массой, равной массе электрона, но несущая положительный заряд...

Шло время — физики спорили о гипотезе Дирака, и так бы и осталась она гипотезой, если бы не космические лучи.

В 1932 году американский физик Андерсон обнаружил в камере Вильсона след какой-то еще неизвестной частицы. По плотности следа он

определен ее массу — она оказалась очень близкой к массе электрона. По тому, как был изогнут след этой частицы в магнитном поле камеры, Андерсон смог определить и ее заряд. Он также был равен заряду электрона, но противоположен ему по знаку. Да, это была предсказанная Дираком частица — позитрон.

Позже нашли целый ряд взаимодействий между элементарными частицами, в результате которых возникают позитроны. Разгадали, почему позитроны так редко встречаются. Ведь они исчезают, превращаясь в лучи света, фотоны, при столкновении с первым же встречным электроном.

Позитрон не разрушил существующей модели строения атома. Появился только первый прецедент предсказания существования частиц, подобных по массе, но противоположных уже известным частицам по заряду и некоторым другим свойствам. И физики не преминули воспользоваться представившейся возможностью. Правда, чуть позже... Но сейчас, согласовываясь с исторической хроникой событий, пора вспомнить еще об одном предсказании. Принадлежит оно советскому ученому Игорю Евгеньевичу Тамму. Он попытался выяснить наконец, почему не разлетаются тесно спрессованные в ядре атома протоны и нейтроны. И в 1934 году выдвинул идею обменных ядерных сил.

Вспомните знаменитый закон Кулона о притяжении двух разноименных зарядов. Силы этого притяжения — об этом вам рассказывал учитель физики еще в седьмом классе — прямо пропорциональны зарядам частиц и ослабевают пропорционально квадрату расстояния между ними. Вспомните не менее знаменитый закон всемирного тяготения Ньютона. По этому закону силы притяжения между двумя телами прямо пропорциональны их массам и ослабевают пропорционально квадрату расстояния между ними. Как похожи две эти формулы! Ну и, конечно, можно было ожидать, что и ядерные силы подчиняются подобному закону.

Но ядерные силы резко отличались и от электромагнитных, и от гравитационных.

Прежде всего они оказались значительно более «сильными». Ядерное притяжение, как показали подсчеты, в сфере своего действия — скажем, при расстоянии в одну триллионную миллиметра — в сотни раз превосходит силы электрического отталкивания. Силы же гравитационного притяжения на таких расстояниях просто несопоставимо малы — они в 10^{37} раз меньше сил ядерного поля.

Но стоит нам раздвинуть две элементарные частицы в четыре раза больше обычного — на четыре триллионных миллиметра, — и сила ядерного притяжения сравняется с силой электрического отталкивания. Если мы, наоборот, уменьшим разрыв между частицами вдвое, сведем их так, чтобы между их центрами осталось всего полтриллионной миллиметра, — сила ядерного притяжения сменяется не менее мощной силой ядерного отталкивания. Возникает впечатление, что силы ядерного поля стремятся расположить элементарные частицы в ядре на строго определенных расстояниях друг от друга.

Игорь Евгеньевич Тамм предположил, что протоны и нейтроны непрерывно обмениваются какими-то частицами, непрерывно превращаются друг в друга. Такой обменной частицей, по мнению Тамма, мог быть

электрон. Нейтрон, находящийся в одном ядре с протоном, перебрасывает тому электрон, благодаря чему сам превращается в протон. Протон, приобретя электрон, становится на миг нейтроном, но затем снова возвращает приобретенный электрон. Вот этот-то электрон, циркулирующий между частицами или, очень условно скажем, движущийся вокруг обеих частиц по траектории, напоминающей восьмерку, и стягивает их друг с другом.

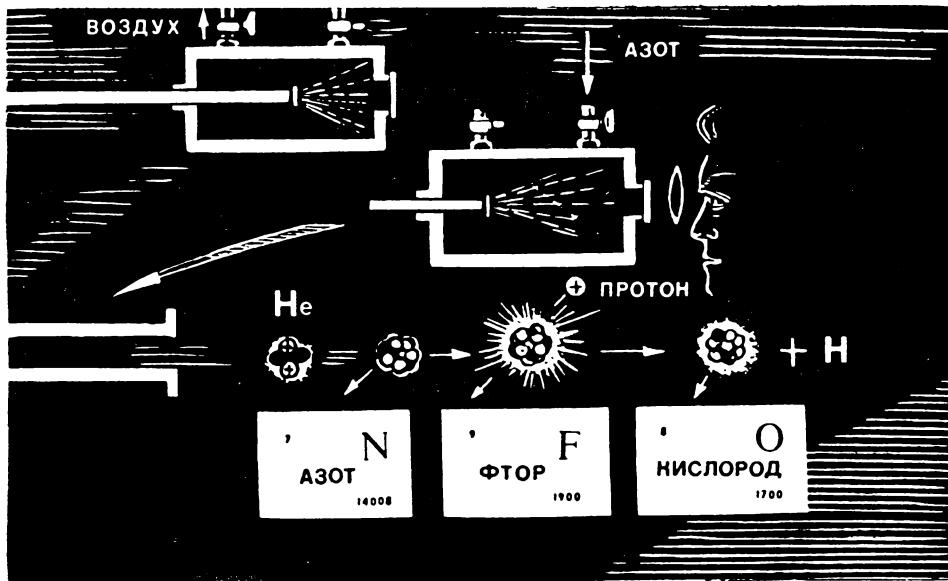
Всякое предположение становится общепринятой истиной (в науке говорят — теорией) после того, как предсказанные на основе новой гипотезы явления бывают действительно обнаружены. Начали искать явления, которые подтвердили бы гипотезу Тамма... И ничего не получилось. Особый вид распада радиоактивных ядер шел так, что возникало подозрение о неприложимости к миру элементарных частиц закона сохранения энергии и массы. Даже великий датский физик Нильс Бор предлагал отказаться в данном случае от этого закона.

Но, конечно, это было бы неправильно и не соответствовало бы материализму. И швейцарец Вольфганг Паули предложил другое. «Раз,— рассуждал он,— при этом виде распада масса и энергия ядра до того, как оно выбросит электрон, оказывается больше, чем суммарная масса и энергия выброшенного электрона и оставшегося ядра, значит, мы не все происходящее при этом процессе учили и заметили. Не лучше ли... предположить, что одновременно с электроном ядро покидает еще какая-то частица, обнаружить которую пока нашими средствами мы не можем». Итальянский физик Энрико Ферми назвал эту частицу нейтрино, что в точном переводе на русский язык значит «нейтральненькая» — уменьшительное значение слова «нейтрон», нейтральный.

Долгий был путь нейтрино от гипотезы до окончательного подтверждения, что такая частица действительно существует. Казалось, природа приложила все усилия для того, чтобы сделать эту буквально вездесущую частицу неуловимой. Ее открытие, документальные доказательства ее существования, которые удалось собрать ученым,— великолепный пример того, что в мире нет ничего, что не может познать ум человека. Но подробнее о нейтрино мы будем говорить позднее. А здесь — только хроника событий.

Расчеты, сделанные Таммом и теми, кто развивал его идею обменных сил, показали, что ни электрон, ни нейтрино не могут служить цементом, который соединяет воедино протоны и нейтроны атомного ядра. Для этого требовалось что-то более «массивное». И японский физик Хидэки Юкава придумал новую частицу — мезон. В переводе с греческого «мезон» — «промежуточный». Это потому, что мезон, по мысли Юкавы, должен был иметь массу меньшую, чем у протона, и большую, чем у электрона. Масса протона равна 1836 массам электрона. «Пусть масса мезона будет равна 200 массам электрона»,— предположил Юкава. Обмен такой массой полностью сможет объяснить силы внутриядерного поля.

Как неоднократно случалось в истории ядерной физики, это теоретическое открытие, сделанное не в лаборатории, а в кабинете, за письменным столом, «открытие на кончике пера» было вскоре подтверждено опытом. В 1937 году уже упоминавшийся американец Андерсон обнару-



Одна из ядерных реакций

жил следы частиц — 206 электронных масс, подходящих для того, чтобы можно было признать их требующимися Тамму и Юкаве мезонами. Но андерсоновские мезоны — их потом стали называть мю-мезоны — так и не удалось приспособить для объяснения природы ядерных сил. Они пополнили список элементарных частиц материи и... не принесли успокоения. Их появление скорее запутывало начавшую было проясняться картину строения вещества.

Пришлось продолжить поиски. Впрочем, их все равно вели исследователи космических лучей. Но только в 1947 году были найдены в космических лучах новые частицы, имевшие массу в 273 электронные массы. Их назвали пи-мезонами. Ими-то и обмениваются протоны и нейтроны внутри атомного ядра.

Однако не надо думать, что пи-мезоны являются составными частями протонов и нейtronов, что одни элементарные частицы состоят из других. Это отнюдь не так. Пи-мезоны возникают и исчезают при взаимодействиях протонов и нейtronов — и только. В этом еще одно отличие мира элементарных частиц.

Действительно, никто из нас, роняя на пол стакан, не ожидает, что после удара в нашем распоряжении окажется несколько чашек или рюмок. Проявляя избыточную экспансивность и чрезмерно энергично чокаясь с другом, мы не предполагаем получить из двух столкнувшихся рюмок стакан или вазу. И в том и в другом случае мы получим только сколки, причем каждый из этих осколков был до этого частью предмета.

А в микромире такие превращения — рюмок в вазу, стакана в блюдечки — вполне обычная вещь. Нейтрон превращается в электрон, протон — в нейтрино; электрон и позитрон, столкнувшись, образуют несколько фотонов и т. д. Известный сегодня список этих превращений крайне разнообразен, хотя на него и накладывают некоторые ограничения действующие в мире элементарных частиц законы сохранения специальных качеств...

Но мы отвлеклись от нашей хроники. Следующей частицей, пополнившей общий каталог, оказался антiproton. Сказать откровенно, гипотезы о его существовании выдвигались со временем открытия позитрона. Но особой нужды в нем для объяснения строения атомного ядра физики-теоретики не испытывали и о нем как-то даже забыли. И лишь когда были построены и пущены в ход гигантские ускорители элементарных частиц, удалось впервые получить в ходе искусственных ядерных реакций первый антiproton. Это сделали в 1955 году итальянец Эмилио Сэрге и англичанин Оуэн Чемберлен.

Выявить антинейtron — частицу, хотя и не имеющую заряда, но по ряду своих признаков противоположную нейтрону, после антiprotona было не очень сложно. Он был обнаружен как промежуточное звено одной из ядерных реакций. Таким образом, у всех основных частиц, из которых слагались атомы, оказались свои античастицы. Это дало возможность не только фантастам, но и самим строгим ученым высказывать самые различные догадки о существовании антиатомов, антивещества, антимира... Мы еще поговорим об этом подробнее, но уже и сейчас можно заметить, что ничего невероятного во всех этих предположениях нет... Однако наша хроника еще отнюдь не закончена. Правда, физики-теоретики после пи-мезонов, антiprotona и антинейtrона были в общем-то удовлетворены полностью. Им вроде бы и не нужны были уже для их гипотетических построений новые частицы. Но как назло они начали появляться в огромных количествах. Поставщиками их были и космические лучи, и ускорители элементарных частиц.

Новое открытие было сделано американскими учеными Батлером и Рочестером. В традиционной камере Вильсона они увидели следы двух совершенно новых частиц. Одну из них назвали ламбда-частица. Ее масса больше, чем у протонов и нейтронов,— целых 2182 электронные массы. До этого физики думали, что нейтрон носит алую майку чемпиона по личному весу. А ведь его масса равна всего 1838,5 электронной массы! Ламбда-частица оказалась первой ласточкой целого семейства частиц — гиперонов. В настоящее время известно 12 гиперонов, отличающихся друг от друга теми или иными качествами, но имеющих массу больше массы нейтрона.

Вторая частица Батлера и Рочестера — ее назвали K-частицей — также повлекла за собой новую группу частиц. Масса K-частицы равна 967 электронным массам. Частицы, родственные ей, называют тяжелыми мезонами (ведь их массы тоже «промежуточные» между массой электрона и протона), или неонами...

И это еще не все. Но не стоит продолжать нашу хронику элементарных частиц: в последние годы их было открыто столько же, сколько за

все предшествующие десятилетия. Все неизбежнее вставала перед учеными необходимость как-то их систематизировать. Остановимся на первой попытке, имеющей право претендовать на успех.

ЕДИНОЕ ЦЕЛОЕ

Непознанная природа представляется разуму бессистемным хаосом. Познание природы и есть нахождение закономерностей, связывающих этот хаос в единое взаимозависимое целое.

Было время — и движение планет среди неподвижных звезд казалось необъяснимо странным. Само слово «планета» — «блуждающая» — доныне напоминает нам о бессилии первых астрономов постичь это явление. Именно тогда на зыбкой почве познания возникла легенда о звезде библейских волхвов, которая якобы двигалась по небу, указывая им путь в Назарет... Ныне законы небесной механики, раскрытые Галилеем, Кеплером и Ньютоном, представляются настолько ясными, что основы их изучают в средней школе. Картина хаотичного движения небесных тел в сознании людей сменила другая картина — предельно точного, как хронометр, механизма — закономерного, гармоничного, строгого. Отклонение планеты от предсказанного ей формулами пути на несколько угловых секунд за десятилетие — сегодня уже скандал в небесной механике, заставляющий думать о вмешательстве чужого разума, как это было, скажем, с гипотезой об искусственном происхождении спутников Марса.

Всего около ста лет назад хаотичным представлялся людям и мир наблюдавших веществ. Химики знали: воду можно разложить на водород и кислород, а вот серу разложить ни на что нельзя. Из таких простых, неразложимых элементов — догадывались ученые — и сложены все вещества нашей планеты. Но сколько элементов имеет в своем распоряжении природа, сколькими красками она рисует все бесконечное великолепие и разнообразие мира? Сорока? Четырьмястами? Или четырьмя тысячами?

Гений Менделеева навел четкий, единственно возможный порядок. Благодаря найденному им периодическому закону элементы покорно легли в порядок возрастания атомных весов, обнаружив систематическое повторение свойств, образовав гармоничные ряды и группы. Стало ясно, что в палитре природы не более ста красок.

Периодическая система сразу же сделала целенаправленными поиски новых элементов. В таблице остались пустые клетки — их-то и стремились заполнить ученые. Сегодня пустых клеток нет. Те краски природы, которые оказались недостаточно стойкими, чтобы сохраниться с дней бурной юности планеты до нашего времени, люди воссоздали сами. Так были искусственно созданы технеций, прометий, нептуний, плутоний... Более десятка «потерянных» элементов уже есть у человека. В клетках периодической таблицы не нашлось места только орихалку — мифическому металлу Атлантиды, «занимавшему промежуточное место между золотом и серебром». И доныне спорят, о каком металле говорил Пла-

тон. Об алюминии? Или эта легенда, подобно легенде о звезде волхвов, сорняком выросла на почве недостаточного знания?..

Периодическая система дала возможность предсказать свойства неизвестных тогда элементов... А затем она получила и более глубокое обоснование: оказалось, что свойства элементов объясняются строением их атомов, числом нуклонов, входящих в ядро, электронными оболочками, окружающими его. Бессспорно, периодическая система во многом способствовала проникновению на новую ступень в глубь материи — в мир элементарных частиц.

Сегодня количество обнаруженных элементарных частиц уже приблизилось к сотне... Один физик подсчитал, что в последнее полвека их число удваивается каждые одиннадцать лет... И уже давным-давно задали себе ученые вопрос: сколько же всего элементарных частиц? Есть ли логическая закономерность, связывающая этот мир в стройную систему, как периодическая система элементов Менделеева связывает в единое целое простые вещества?

Впрочем, никто никогда даже не высказывал сомнения в том, что такая система должна быть. Физики понимали, что это дело времени.



Классификаций элементарных частиц было предложено немало, но «срок жизни» почти каждой из них был крайне недолгим. Они мгновенно распадались под огнем критиков, бивших по ним тяжелыми снарядами новых фактов. И лишь одна такая система проявила некоторую, более продолжительную «жизнеспособность».

Трудно назвать здесь имя человека, которому безраздельно принадлежала бы честь постичь закономерности этого хаоса. Началось все с идеи, высказанной Ю. Онуки в 1960 году. Салам, Гелл-Манн, Нейман, Уорд и многие другие ученые вложили свой труд в разработку системы. Но и сегодня она еще далека от завершения. Нет сомнения, что еще многие имена будут вписаны в список ее авторов.

Создаваемая трудом многих исследователей «периодическая система элементарных частиц» чрезвычайно сложна для понимания человеком, не знающим сугубо специальных глав высшей математики, не знакомым досконально с физикой элементарных частиц. Поэтому в нашем популярном рассказе мы сможем дать о ней только самое общее представление.

Элементарные частицы рассматриваются группами — мультиплетами. На группы мультиплетов по величине их массы элементарные частицы были разбиты давно. Так, в один мультиплет входят наши старые знакомые — протон и нейтрон, имеющие массы 1836,1 и 1838,5. Число частиц, относящихся к мультиплету, само становится одной из координат. Оно берется в несколько измененном виде и называется изотопическим спином. Чисто математическим способом изотопическому спину удается приписать определенные проекции на координатной оси. На другой оси откладывается гиперзаряд входящей в мультиплет частицы. Для непосвященного и этот термин нуждается в объяснении. Гиперзаряд произ-

водится от другой определяющей величины элементарных частиц — от странности: характеристики, о физической сущности которой физики не могут сказать по существу ничего, кроме того, что она сохраняется при всех ядерных реакциях одного типа и характеризует продолжительность «жизни» частиц. На третьей оси откладывается заряд частицы в математической же комбинации со странностью. Образующаяся трехмерная система и объединяет группу элементарных частиц. Обычно, правда, ее рассматривают в проекции на плоскость. При этом частицы располагаются в вершинах и в центре шестиугольника.

Ю. Онуки по-новому подошел к математическому описанию изотопического спина, использовав аппарат так называемой теории унитарной симметрии. Дальнейшее развитие теории привело от октетов (наших шестиугольников) к системам из 10 частиц, которые укладываются в схему треугольника, пересеченного параллельными основанию линиями. Эту систему называют декаплетом.

Такова эта кажущаяся чрезвычайно условной схема, первая убедительная попытка навести порядок хотя бы в некоторых областях мира элементарных частиц. Как видите, она производит впечатление чисто математического построения, и даже основные характеристики, лежащие в ее основе, в значительной мере носят искусственный и не очень понятный характер. Что же может дать такая схема?

Сила любой теории в том, что она может предсказать новые явления, словно лучами озарить путь идущему вперед опыту. Так, периодическая система Менделеева сразу же позволила ее создателю предсказать свойства еще не открытых тогда элементов и уточнить целый ряд свойств уже известных.

Новая теория — так называемая унитарная теория элементарных частиц — помогла вывести ряд формул, связывающих между собой частицы, входящие в восьмерки-шестиугольники и десятки-треугольники.

Новая теория позволила предвидеть ряд элементарных частиц. Так, в шестиугольнике семейства определенного вида элементарных частиц — так называемых мезонов со спином 0 — одно место оказалось незанятым. Шестиугольника для элементарных частиц со спином 1 вообще не было. Салам и Уорд полгода держали в столе статью о возможности существования этих девяти частиц. Они напечатали ее летом 1961 года, а уже осенью все девять были открыты...

Но это были довольно обычные частицы, триумф новой теории пришел позже. В 1962 году Гелл-Манн опубликовал свой прогноз об еще одной чрезвычайно странной частице. Она должна была встать на вершине треугольника, составленного по всем правилам новой теории из частиц другой группы — так называемых барионов со спином $\frac{3}{2}$. Масса частицы должна была составлять 3296 масс электрона, а продолжительность жизни — 10^{-10} секунды. Это противоречивое сочетание свойств: частицы с такой большой массой должны бы распадаться значительно быстрее. Но... частица была открыта. Ее масса оказалась равной 3298 массам электрона... Это уже было триумфом.

Разработка новой теории продолжается. Станет ли она частью или основой всеобъемлющей теории элементарных частиц или только одной

из боковых пристроек величественного здания закономерностей микромира — неизвестно. Но пока она представляется большинству ученых полной заманчивых неожиданностей.

КАК ПОИМАТЬ ЭЛЕМЕНТАРНУЮ ЧАСТИЦУ?

Ни одну элементарную частицу, даже самую крупную из них, даже целые сотни их, соединившиеся в ядро урана, невозможно увидеть ни в один из микроскопов. Ни одной элементарной частицы, ни полета целого вихря их не может услышать самое чуткое ухо. Даже тогда, когда губительные потоки радиации разрушают его организм, все равно человек не чувствует ничего... Так как же сумели ученые рассмотреть частицы, изучить, выяснить их свойства, особенности характера?

Первый луч зари эры атома — вы помните — засветил фотопластинку, забытую в лаборатории Беккерелем. То, что оказалось невидимым для человека, отлично «смогла увидеть» фотопластинка. И не только на самых ранних этапах, но и сегодня помогает она исследователям.

Мне приходилось видеть такие снимки. Целые кучи их в одной из... агрономических лабораторий. Да, да, агрономических, ибо элементарные частицы нужны ныне и биологам, и медикам, и агрономам. С их помощью изучали скорость обмена веществ в растениях. В крохотную ямку под обнаженные корни цветущего томатного куста выссыпали щепотку суперфосфата. Среди молекул фосфора, входящего в состав этого удобрения, были и радиоактивные изотопы. Через десять минут сорвали первый лист с куста и, положив его на фотопластинку, унесли в лабораторию. Через пятнадцать минут — второй. Через двадцать минут — третий. Часа через два куст превратился в путаницу голых стеблей. А на другой день проявили фотопластинки. На них было отчетливо видно, когда появился меченный фосфор в листе, где он там концентрировался, как его усваивало растение. Трудно заставить природу более ясно и убедительно рассказывать о своих тайнах, чем в этом опыте.

Однако в настоящее время применяются не только, так сказать, обыкновенные фотопластинки, как во времена Беккереля. Советский физик Л. В. Мысовский предложил использовать для фотографирования элементарных частиц толстослойные пластинки. В фотоэмulsionю таких пластинок вводят атомы вещества, которое хотят подвергнуть бомбардировке теми или иными частицами. Затем пластиинки складывают одна к другой и целую пачку ставят на пути облучающих частиц. Да еще так, что она оказывается в сильном электромагнитном поле.

— Хлоп! — одна из облучающих частиц столкнулась с ядром исследуемого элемента. В результате этого столкновения в разные стороны летят осколки ядра и вновь рожденные элементарные частицы. Они разлетаются в гуще фотоэмulsionии, задевают, ионизируют, возбуждают, «засвечивают» атомы светочувствительного вещества. А на них в это время непрерывно с одной и той же силой действует электромагнитное поле. Оно искривляет их полет.

Экспериментатор проявляет пластиинки. Вот она, звезда ядерного

взрыва! Просматривая пластинки одну за другой, он может составить себе полную картину происходящего — в какую сторону полетели осколки и частицы. Чернота следа, его протяженность, изгиб под влиянием электромагнитного поля позволяют ему оценить массу, заряд, скорость движения каждой частицы...

Впрочем, такие пластинки появились сравнительно недавно. Эрнест Резерфорд проводил свои знаменитые опыты, приведшие к фундаментальнейшему открытию физики микромира — открытию ядра, с экранами, покрытыми сернистым цинком. Этот плотный белый порошок обладает способностью фосфоресцировать под влиянием ударов элементарных частиц. Его и сейчас применяют некоторые фирмы, выпускающие составы для покрытия светящихся в темноте стрелок приборов. Правда, для этого в краску добавляют небольшие количества тяжелых металлов, которые иistorгают электроны, вызывающие бело-желтое свечение.

Резерфорду не нужно было полного свечения всего экрана, да его и не было. Вспыхивали и тут же гасли яркие золотые звездочки лишь на том участке, куда падал поток частиц. Резерфорд поместил на пути их перед экраном тонкую металлическую фольгу. И тотчас же изменился участок свечения. Отдельные звездочки начали вспыхивать совсем в стороне от полета частиц. Резерфорд поставил дополнительные экраны — по бокам металлической пластиинки. И на них вспыхивали пусть редкие, но не случайные огоньки...

Смогли бы вы, основываясь на свидетельстве этих трепетных, мгновенно исчезающих огоньков, прийти к выводу, ломающему все прежние представления о строении материи, по существу бросить вызов всем показаниям наших органов чувств, всему опыту человечества?!

Для этого надо быть великим ученым!



Экраны, светящиеся от удара элементарной частицы, скоро вышли из употребления. Это понятно: физиков не могла удовлетворить приблизительность наблюдений и сопряженных с этим подсчетов. Вторую жизнь методу дал изготовленный впервые в мире в 1934 году советским инженером Л. А. Кубецким фотоэлектронный умножитель.

...У меня на письменном столе стоит подаренный физиками одной из лабораторий Дубны прибор. Это — стеклянная трубка длиной с карандаш, толщиной с обычную радиолампу. У нее внутри несколько пластиинок, расположенных напротив друг друга, но несколько сдвинутых одна относительно другой, так сказать, на полшага.

Беру темное стекло трубки в руку. Вот сюда, на этот экран — его называют фотокатод, — падает луч от вспышки, вызванной ударом элементарной частицы. Этот луч поднимает бурю: экран покрыт веществом, легко выбрасывающим электроны... Они подобны брызгам, взлетевшим над упавшим в воду камнем. Электромагнитное поле не дает электронам упасть назад или исчезнуть. Оно подхватывает крохотные «атомы электричества» и, разогнав, ударяет ими о первую пластиинку в трубке. Эта пластиинка тоже покрыта специальным веществом, легко выбрасываю-

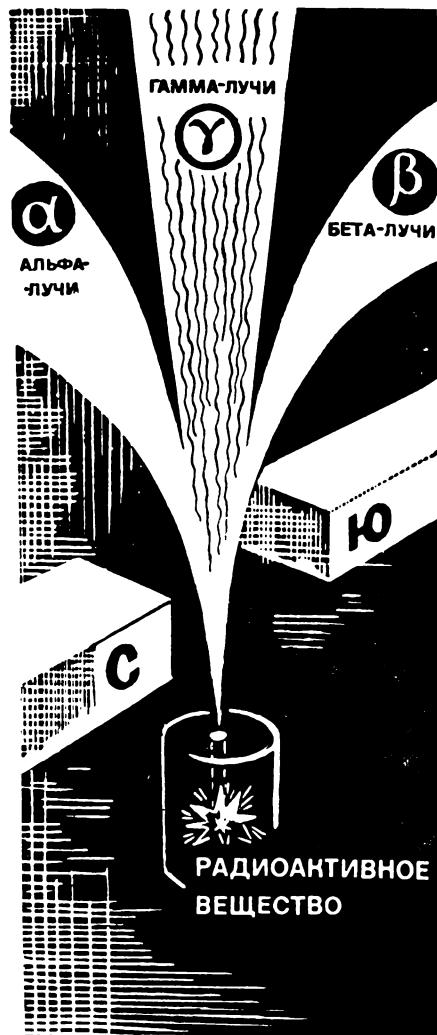
щим электроны. Только вместо одного упавшего над поверхностью пластиинки взлетает уже несколько электронов. Их снова подхватывает электромагнитное поле и ударяет о пластиинку на противоположной стороне. Каждый из упавших на нее электронов в свою очередь вырывает несколько новых. И уже целый поток летит к следующей пластиинке. Лавина все нарастает... В результате на противоположной первому экрану стороне возникает уже значительный импульс электрического тока, который и фиксируется специальным счетчиком.

Вот какое тончайшее устройство позволило возродиться забытому было методу регистрации заряженных частиц. Теперь этот метод снова играет видную роль в исследованиях физиков.

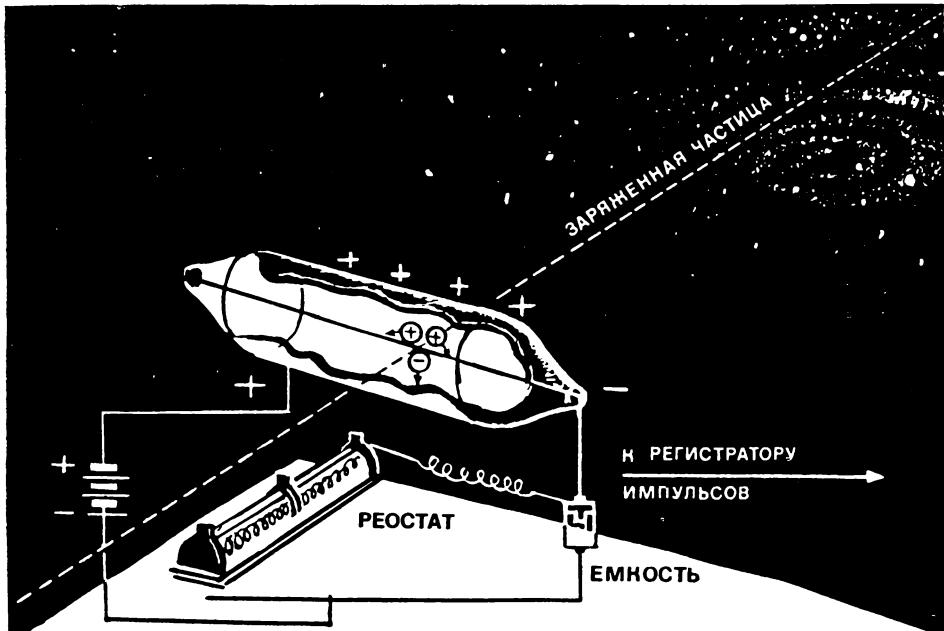
Кладу на место бесценный подарок. Я понимаю, что этот прибор уже испорчен, что только поэтому и позволили мне унести его с собой. Но он уже работал в каком-то устройстве; в вакууме его трубы застывали настороже электромагнитные поля, проносились стремительные электронные вихри...

Сегодня обнаружить радиоактивное излучение или даже одну-единственную элементарную частицу в общем-то не представляет труда. Приборами для этой цели вооружены не только ученые. Их, например, часто используют при разведках полезных ископаемых.

...По узкой тропинке, сбегающей в овраг, спускается геолог. В его руках черная коробочка величиной с портсигар. В одной из ее боковых стекел крохотное, закрытое стеклом отверстие. В верхнюю крышку вмонтирован маленький динамик. Геолог приближает коробочку к стенке оврага в различных местах и прислушивается. Изредка в приборе что-то сухо и коротко щелкает. Но, видимо, не этого он ждет.



Сепарация радиоактивного излучения под влиянием электромагнитного поля



Счетчик элементарных частиц

И вдруг щелканье в коробочке участилось. Геолог отбивает молотком один кусок породы, другой, подносит их к прибору. Щелканье сливаются в сплошной треск. Геолог с волнением рассматривает камни. Он нашел урановую руду.

Черная коробочка — это карманный радиометр, применяемый при поисках урана. Основной его частью является счетчик Гейгера—Мюллера.

Как устроен радиометр?

Снимем верхнюю крышку. Под ней стеклянная трубочка с посеребренными стенками и тоненькой проволочкой посередине. Трубка наполнена сильно разреженными газами, к центральной проволочке ее подключен положительный полюс батареи высокого напряжения, а посеребренная поверхность служит катодом. В трубке притаилось созданное разностью потенциалов электрическое поле. Пока нет никакого вмешательства извне, ток не возникает. Ведь в газах он течет только тогда, когда в них есть ионы или свободные электроны — частицы, являющиеся переносчиками тока. Но стоит в трубку попасть образовавшейся при взрыве атомного ядра элементарной частице, и картина меняется. Эта частица свободно проникает сквозь стеклянную стенку и оказывается в наполненном разреженным газом пространстве. С огромной скоростью сталкивается она с одной из молекул газа и отрывает от нее электрон. Образуются две электрически заряженные частицы: электрон и ион. Под

действием электрического поля они летят к электродам, сталкиваясь по пути с другими атомами, отрывают от них электроны, ионизируя их. За короткую долю мгновения в газе, наполняющем трубку, образуется множество ионов. Появляется ток. Он вызывает щелчок в динамике.

Элементарные частицы могут попасть в трубку и случайно: некоторое количество их всегда пронизывает нашу атмосферу. Но когда аппарат начинает щелкать непрерывно, это значит, что рядом находится сильный источник радиоактивного излучения. В приведенном примере им были руды радиоактивных элементов.

Счетчики, работающие на этом принципе, впервые применили в 1908 году в лаборатории Резерфорда. Изобрел их немецкий физик Г. Гейгер. Только это не был еще столь совершенный прибор: он был более громоздким, имел другой формы электроды. Усовершенствовал Гейгер его в 1913 году вместе со своим коллегой В. Мюллером — тогда-то и превратился этот прибор в трубку с натянутой на оси проволочкой. С тех пор живег он, помогая ученым, геологам и даже врачам...



Есть в распоряжении ученых еще один удивительно чуткий метод фиксации элементарных частиц. Используется в нем эффект Черенкова—Вавилова.

...В павильоне «Атомная энергия» на Всесоюзной выставке достижений народного хозяйства СССР демонстрировался небольшой атомный реактор. Его активная часть была погружена глубоко под воду. Можно было заглянуть в этот колодец — и заглянуть стоило. В его черной глубине полыхал голубовато-зеленый пожар, словно вода была подсвечена яркими цветными лампами. На самом деле свечение вызывали элементарные частицы, выбрасываемые расщепляющимся ураном и двигавшиеся в толще воды со сверхсветовой скоростью.

Но ведь теория относительности Эйнштейна утверждает, что скорость, большая, чем скорость света в пустоте, вообще невозможна!

Да, это правильно. Но только надо помнить, что скорость света в пустоте и в жидкости — абсолютно разные вещи. Скорость света в жидкости значительно ниже. И никаких ограничений нет для любых других частиц двигаться в воде с большей скоростью, чем фотоны, но с меньшей, чем эти же фотоны — в пустоте.

Свечение, которое, как хвост за кометой, разворачивается вслед за летящей сквозь прозрачное вещество со сверхсветовой для этого вещества частицей, и используется для того, чтобы ее обнаружить.

Счетчик Черенкова состоит из камеры, наполненной прозрачной жидкостью или прозрачной пластмассой. Внутренние стенки этой камеры — она обычно делается цилиндрической — полируют до зеркального блеска и покрывают тонким слоем серебра, дабы придать им отражательную способность лучшего зеркала. Ведь сила света, выделяющегося, когда пролетает одна частица, очень невелика, и надо постараться, чтобы большая часть его была отражена в сторону прозрачного торца, за которым стоит уже известный нам фотоэлектронный умножитель.

ЗЕРКАЛА, В КОТОРЫХ ВИДЕН МИКРОМИР

Ну, а как проследить весь путь частицы, ее столкновения, превращения?

Еще в 1912 году английский физик Чарльз Вильсон предложил использовать для этой цели способность пересыщенных паров жидкостей конденсироваться вокруг заряженных частиц, образуя крохотные скопления тумана.

Наблюдали ли вы когда-нибудь за струйкой пара кипящего чайника? Вначале струйка почти прозрачная, и лишь на некотором расстоянии от крышки превращается она во влажное облачко. Суть в том, что пар, пока в нем не возникли капельки воды, абсолютно прозрачен. Непрозрачным он становится после появления вот этих капелек...

Можно создать условия, при которых пар не сконденсируется, хотя его температура и давление уже будут достаточными.

В прозрачную атмосферу такого пара — его и называют пересыщенным — влетает заряженная частица. Она сталкивается с молекулами газов и пара, отрывает от них электроны, оставляя на своем пути целую шеренгу искалеченных молекул — ионов. А это — лучшие центры для конденсации пара. И тонкая туманная нить отмечает траекторию пролетевшей частицы.

В камере Вильсона — это довольно большой ящик, верхняя крышка которого делается стеклянной, — и создается облако пересыщенного пара. Сквозь стекло верхней крышки можно рассматривать или фотографировать туманные дорожки — пути элементарных частиц.

...Камеры Вильсона поднимали на воздушных шарах к верхним пределам тропосфера, втаскивали на высочайшие горные вершины, опускали в глубочайшие шахты, устанавливали рядом с атомными реакторами и ускорителями элементарных частиц. Много интересного удалось рассмотреть ученым. И не зря этот прибор нередко поэтично называют зеркалом микромира.

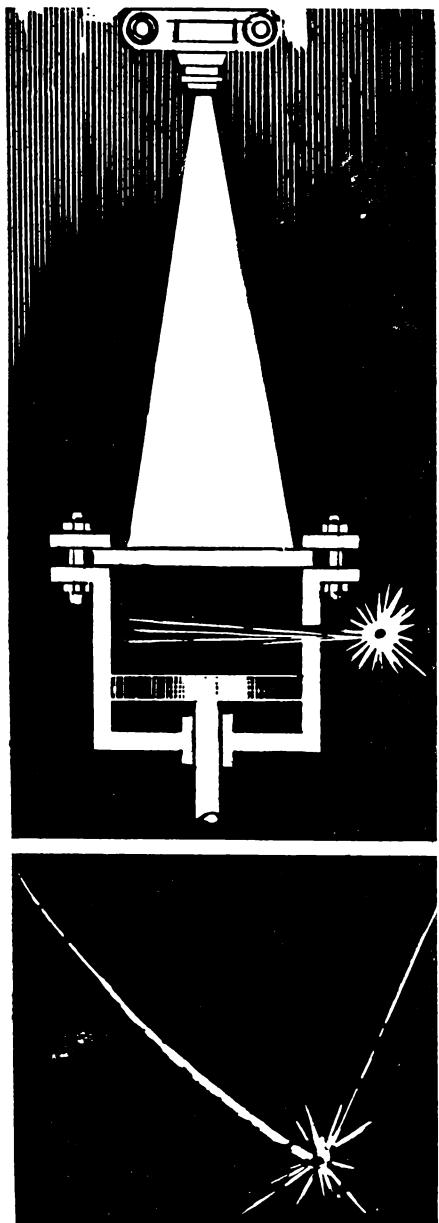
Впрочем, в последнее время у камеры Вильсона появился серьезный соперник — пузырковая камера, находящая все более широкое применение.

Пузырковые водородные камеры были изобретены в начале пятидесятых годов нашего века. Одним из первых их создателей был американский ученый Дональд Глазер.

Принцип действия водородных пузырковых камер легко понять, зная работу камеры Вильсона.

Представьте: заряженная элементарная частица влетела в жидкость. Как и при полете в газе, она непрерывно сталкивается и взаимодействует с попадающимися на ее пути другими частицами, которые, будучи ионизированными, становятся центрами образования пузырков газа, составляющих след частицы.

Сосуд наполняют жидким водородом, имеющим температуру всего на 20 градусов выше абсолютного нуля. Подвергают его давлению в 6 атмосфер. Затем давление резко снижают, скажем, до двух атмосфер. Водород при этом переходит в перегретое состояние. Элементарная ча-



Пузырьковая камера. Внизу — след элементарной частицы

стица, попав в камеру, ударяет в атом водорода, и все происходит так же, как и в пересыщенном паре камеры Вильсона. Возникает дорожка из пузырьков, наполненных газообразным водородом. Если частица движется в магнитном поле и имеет электрический заряд, ее след оказывается изогнутым. По величине изгиба можно определить ее массу и заряд.

Для ряда частиц требуется получить достаточно длинный след, чтобы можно было произвести сравнительно точные измерения. Поэтому пузырьковые камеры делают, как правило, большими. В нашей стране, например, на Серпуховском ускорителе работают две жидколоводородные камеры: «Людмила» длиной в два метра и французская «Мирабель» объемом в 7 кубических метров.

Когда в Дубне в рабочее помещение рядом с синхроциклотроном — именно здесь экспериментируют ученые, использующиерабатываемые ускорителем частицы, — вкатили готовую пузырьковую камеру, я не сразу догадался, что это такое. Ее рабочий объем — несколько кубометров. И со всех сторон, снизу и сверху была она окружена какими-то устройствами, приборами, оплетена проводами, трубками. Эти «несколько кубометров» просто не было видно среди бесчисленных вспомогательных механизмов.

Кстати, в настоящее время осуществляется непосредственная связь экспериментальных установок с электронно-вычислительными машинами. Машины сами производят все требующиеся измерения, анализируют их и выдают готовый результат.

Таково еще одно зеркало микромира, в которое внимательноглядываются исследователи.

МАШИНЫ, МОДЕЛИРУЮЩИЕ КОСМОС

Немало открытий в микромире сделал человек, обратив лицо к небу. Оттуда, из космоса, непрерывно летят к нам на Землю потоки таинственных лучей. Их так и назвали — космическими. Космические лучи — это движущиеся с очень большой скоростью элементарные частицы вещества и даже целые ядра легких элементов. Нам еще представится случай говорить о них подробнее. Здесь заметим только, что самое поразительное в них — чудовищно высокая энергия.

Состав космических лучей весьма пестр. Есть в них частицы, имеющие энергию «всего» от 1 до 10 миллиардов электрон-вольт. Но попадаются частицы-силачи с энергией и в 10 000 000 000 миллиардов электрон-вольт!

Трудно сразу привыкнуть к этой принятой у физиков единице измерения, а главное — уяснить, что это такое. И если сказать, что 1 электрон-вольт — это энергия, которую приобретает электрон, ускоряя свое движение в электрическом поле под действием разности потенциалов в один вольт, то это в общем-то ничего не объяснит неспециалисту.

Приведем такой пример. Энергии одной, правда очень «энергичной», космической частицы в 10 000 000 000 миллиардов электрон-вольт достаточно для того, чтобы лампочка в 1 ватт горела целых полторы секунды! Понимаете ли вы, как это много, если энергия одной частицы микромира оказывается соизмеримой с энергией заметного явления в нашем макромире?

Где же набирают такую фантастическую энергию эти частицы?

Ученые считают, что они рождаются в яростном движении ударной волны в момент взрыва так называемой новой звезды. (И об этом мы еще будем говорить позже.) Однако в ударной волне частицы приобретают, по всей вероятности, не всю свою энергию. Разгоняют их магнитные поля, пронизывающие всю нашу Галактику.

Напряженность этих полей, видимо, невелика, но протяженность огромна. Блуждая в черной бесконечности пространства, — а время жизни космических частиц в зависимости от их типа колеблется от 140 миллионов лет приблизительно до 4 миллиардов, — они и успевают накопить свою гигантскую энергию.

Ученые не раз обращались к помощи этого природного источника. В потоках космических лучей были, например, обнаружены многие элементарные частицы. Но не в характере человека ждать у моря погоды. Тем более что ждать иной раз приходилось подолгу. Особенно если требовались частицы сверхвысоких энергий. Так, через каждый квадратный метр за 100 часов пролетает только одна частица с энергией в 1 000 000 миллиардов электрон-вольт, а частица с энергией в 1 000 000 000 миллиардов электрон-вольт и вообще — один раз в несколько столетий. И на Земле ученые начали строить приборы, создающие потоки элементарных частиц высоких энергий. Начали строить ускорители.

Это самые большие и самые дорогие приборы, какие только создал человек за всю историю. Но никогда он не проникнал так глубоко в познание сути вещей.

Чтобы узнать, как устроено атомное ядро, его надо разрушить, разбить мощным лобовым ударом элементарной частицы. Чтобы выяснить, как взаимодействуют между собой жители микромира, их надо столкнуть друг с другом. Чтобы определить, что произойдет с тем или иным веществом при его бомбажке частицами, надо провести эту бомбажку.

Ускорители различных типов — это и есть тяжелые орудия физиков, «стреляющие» незримой картечью элементарных частиц.

Существует уже довольно много типов ускорителей — линейные, циклотроны, фазотроны, синхрофазотроны и т. д. Принцип их действия различается в деталях, но совпадает в общем.

Крупнейший ускоритель на территории нашей страны длительное время работал в Международном институте ядерных исследований в Дубне. Он сообщал пучку протонов энергию до 10 миллиардов электрон-вольт и был самым мощным в мире.

Многократно приводились ошеломляющие цифры, характеризующие знаменитый физический прибор: 35 000 тонн — вес электромагнитов, 72 метра — диаметр вакуумной камеры, бесчисленные панели, щиты и пульты, служащие для управления отдельными агрегатами. Кто-то подсчитал, что этих панелей и пультов более 500 в здании синхрофазотрона. И в то же время инженер, демонстрировавший это детище науки XX века, рассказал об основных агрегатах буквально в течение трех минут.

Из самого обычного баллона с водородом газ по медной трубке поступает в протонный источник. Атом водорода теряет в нем свой единственный электрон — и электромагнитное поле уже увлекает протон, который только что был ядром атома, в фарфоровую ускорительную трубку, за которой следует линейный ускоритель. К концу его протон имеет энергию в 9 миллионов электрон-вольт.

Дальше — бесчисленное кружение внутри вакуумной камеры собственно синхрофазотрона. Не так-то просто держать там почти космический вакуум! Это одна из серьезнейших трудностей при конструировании и изготовлении крупных ускорителей. Но иначе в густой толпе атомов газа не смогут совершить свое путешествие ускоряемые протоны. А ведь чм надо сделать 4,5 миллиона оборотов, пробежать расстояние в два с половиной раза большее, чем путь от Земли до Луны. И все это — за 3,3 секунды.

При каждом обороте протоны ускоряют свой бег. Электромагнитное поле сообщает им это ускорение, и оно же ведет их по строго рассчитанным траекториям, не давая отклоняться ни на йоту. Когда наконец требующаяся для опыта энергия достигнута, пучок бешено несущихся микроснарядов направляют через узкую щель в бетонной стене в помещение, где установлены подвергаемые бомбажке мишени — пузырьковые камеры, толстые пачки фотопластинок, а иногда и очень сложные специальные аппараты. Ну, а в случае нужды мишени ставят и прямо в вакуумной камере синхрофазотрона.

Однако в 1967 году ему пришлось уступить первое место. Его занял знаменитый сегодня Серпуховской ускоритель протонов на энергию 70 миллиардов электрон-вольт. Целый ряд новых явлений уже удалось исследовать с его помощью. Вспомним, что одно из этих открытий так

и называется на всех языках — серпуховской эффект, а другое связано с получением ядер второго по счету элемента периодической таблицы анти вещества: ядер антигелия.

Конечно, это еще очень далеко до рекордов, поставленных космическими лучами. Но это уже абсолютно соизмеримо с энергией не выдающихся, а рядовых, так сказать, серийно поступающих элементарных частиц.

Настает — и не так уже нескоро — время, когда будут превзойдены и рекорды природы. Как уже превзошли их люди в получении сверхнизких температур или сверхчистых веществ.

По величине, разнообразию оборудования, количеству потребляемой электроэнергии ускоритель эквивалентен современному заводу средней величины. Но это не завод, и говорить, что пучок разогнанных до сверхвысокой скорости протонов — его продукция, и неправильно, и несерьезно.

Это прибор. Прибор современной физики. Уже давно отказались от представления о приборе только как о чем-то примитивном, накрученном из проволочек и кусков жести на закапанном чернилами и изъеденном кислотами столе экспериментатора. Сегодня прибор ученого — это и космические ракеты, и межпланетные станции, фотографирующие Луну и Венеру, Меркурий и Юпитер, и буровые установки, пробивающие скважины двадцатикилометровой глубины...

А о продукции, которую выдают человечеству люди, работающие с советскими ускорителями, вы можете услышать лестные отзывы на любом научном конгрессе физиков, изучающих явления микромира, на каком бы материке ни проходил этот конгресс.

НОВАЯ ЛАМПА АЛАДДИНА

— Все это великолепно, — скажет иной скептически настроенный читатель, — но зачем нужно лезть в микромир? Что это даст мне, чем улучшит именно мою жизнь?

Действительно, чем могли бы оказаться полезными для человека на первый взгляд абсолютно далекие от нашего мира элементарные частицы? Вкус сахара не изменился бы, если бы выяснилось, что атомы действительно неделимы и никаких вообще элементарных частиц не существует. Удовольствие от чтения хороших стихов не зависит от связей времени и пространства. Да и сами ученые нередко на первых порах не видели прямых путей использования своих открытий для непосредственной службы людям. Мог ли Беккерель предполагать, что лучик, засветивший забытую им под куском урановой руды фотопластинку, открыл эру атомной энергетики? Мог ли Резерфорд, наблюдая пляску искр, порождаемых в сернистом цинке ударами элементарных частиц, представить себе экран современного телевизора, на котором эти частицы рисуют происходящее на расстоянии десятков километров?

А между тем в этой короткой главе, все продолжение которой посвящается только службе элементарных частиц человеку, мы не сможем при

всем желаниях охватить даже малой части того, что они уже научились делать.

...Еще никто не знает как следует, что такое электричество. Ответит на этот вопрос будущее, ибо наши сведения пока не распространяются дальше той истины, что некоторые элементарные частицы несут на себе электрический заряд. Но мы уже знаем, что такое электрический ток. «Электрический ток — это поток электронов или других заряженных частиц», — сообщит вам любой школьник.

Значит, работа электрического тока — это работа элементарной частицы материи — электрона.

О всех применениях электричества, конечно же, не сможем мы рассказать на этих страницах. Ведь электричество освещает и отапливает наши жилища, варит пищу и сталь, высиживает цыплят и приводит в движение бесчисленные станки, очищает металлы и лечит людей, записывает звуки и убивает микробов. И так далее и так далее. Мы будем говорить только о некоторых новых «профессиях» электричества, да еще предпочтительно о тех, где непосредственно участвуют электроны.

Электрон — самая «пожилая» из частиц микромира. Мы помним, она была открыта первой. И сегодня «несет самую большую нагрузку».

Есть даже целая область науки, техники, промышленности, которая и название свое получила по имени этой частицы, — радиоэлектроника. Сотни заводов и фабрик в нашей стране производят оборудование, приборы, устройства для радиоэлектроники.

Вы, конечно, представляете себе эту область промышленности, изготавливающую приемники и телевизоры, радио- и телепередатчики, радиолокаторы и приборы для радионавигации самолетов и судов, электронно-счетные машины и средства телеуправления... И здесь, начав перечисление, мы не можем остановиться — так много разного входит в понятие «радиоэлектроника»!

Но лучше, наверное, «начать танцевать от печки». Рассказом о самом первом и самом распространенном приборе радиоэлектроники — радиолампе.



Радиолампу изобрели даже раньше, чем был открыт электрон. Его существование убедительно доказал Джозеф Джон Томсон в 1897 году. А первую радиолампу сконструировал Томас Альва Эдиссон в 1883 году. Но, конечно, он не понимал и не мог понимать сущности своего открытия, а тем более предвидеть, что оно найдет такое широкое применение. Просто он ввел в вакуумное пространство обыкновенной лампы накаливания третий электрод и вдруг обнаружил, что сквозь пустоту от накаленной угольной нити к этому третьему электроду идет электрический ток. Это и было рождением радиолампы.

С того дня она подвергалась множеству усовершенствований. Главное из них заключается, пожалуй, в том, что электронная лампа действительно стала электронной. Между тем первые лампы, начиная с Эдиссоновой и до появившихся в 1915 году, были по существу ионными. В вакуумном пространстве этих ламп было слишком много воздуха, чтобы

сквозь него могли пробиться в достаточном количестве электроны. Их энергии хватало лишь на то, чтобы ионизировать частицы газов. А перенос электрических зарядов осуществлялся ионами.

Первые электронные лампы с высоким вакуумом были изготовлены в 1915 году американцем Лэнгмюром и русским ученым М. А. Бонч-Бруевичем.

Лампа Бонч-Бруевича была... разборной! Один из современников так рассказывает о ее применении:

«Во время работы лампы рядовой Бобков вертел колесо форвакуумного насоса, похожего на пожарную машину. Сам Бонч-Бруевич следил за работой ртутного насоса, поднимая время от времени грушу Маклюда и усиленно поливая водой менделеевскую замазку, залеплявшую все щели и соединения. Унтер-офицер Каботин с наушниками сидел... слушая... Эйфелеву башню».

Нисколько не похоже это на сегодняшние электронные лампы — изящные, совершенные, разных размеров, назначений, качеств!

Как же работает современная электронная лампа? Что происходит в той путанице проволочек, пружинок, пластинок металла, которые вы можете рассмотреть, разбив стеклянный баллон?

Возьмем самую обычную лампу — триод, не самую сложную и не самую простую. На ее цоколе — четыре ножки, четыре контакта. Два из них соединены с нитью накала. Да, вольфрамовой нитью накала, принципиально такой же, как и в обыкновенной электрической лампе. Но в осветительных лампах нить накала должна светить, выбрасывать в пространство как можно больше фотонов. В радиолампах ее главная задача — излучать как можно больше электронов. Этим определяется и иная температура накала нити — всмотритесь, она едва тлеет алым огоньком, — и специальный материал, которым ее насыщают и который обладает способностью особенно легко и помногу излучать электроны.

Подсоединим два этих контакта к источнику тока. Раскалилась нить накала. Вокруг нее повисло густое невидимое облако электронов, истогнутое металлом.

Найдем теперь ножку, соединенную с пластинкой, расположенной в некотором отдалении от нити накала, которую радиотехники обычно называют катодом. Подключим к этой пластинке — аноду — положительный полюс батареи, а отрицательный — к нити накала. У нас получится разомкнутая пустотой лампы сеть. Разомкнутая? Но почему же гальванометр показывает, что в этой сети идет ток?

Да очень просто. Едва мы подали на анод положительный электрический заряд, отрицательно заряженные электроны ринулись к нему, увлекаемые силой электростатического притяжения. Все новые порции электронов рождает катод, и все новые их потоки устремляются к аноду. А поток электронов — это и есть электрический ток.

Снимем заряд с анода — и ток почти исчезнет.

Подадим на анод отрицательный заряд — и тока не будет совсем.

Первое очень важное свойство самой простейшей лампы: ток между катодом и анодом идет только в одном направлении. Только от катода к аноду.

Но в триоде, который мы рассматриваем, возможно и значительно более тонкое, прямо-таки филигранное управление потоками электронов. Осуществляется оно с помощью четвертого штырика на цоколе лампы. Этот штырь связан с сеткой, которая находится между катодом и анодом.

Поступает на эту сетку небольшой положительный заряд. Поскольку сетка к катоду значительно ближе, чем анод, ее влияние на электронное облачко будет больше. Как по команде, устремятся электроны к положительному заряду сетки — и большая часть их по инерции пролетит сквозь ее отверстия к аноду.

Поступает на сетку легкий отрицательный заряд — и ни один электрон не прорвется к аноду. Дорога туда будет прочно «заперта» зарядом сетки.

Изменяя величину заряда, можно точно управлять движением облачка электронов. Они не менее чутко «слушаются» изменения напряжения, подаваемого на сетку, чем музыканты самого сработавшегося ансамбля — палочки дирижера.

Какие же задачи выполняет этот прибор в радиоустройствах?

О, самые разнообразные! Рассмотрим лишь несколько.

Например, с помощью такой лампы можно усиливать переменные по величине токи. Представьте, что вы говорите в микрофон. Ток, проходящий сквозь угольный порошок микрофона, колеблется, точно повторяя колебания воздуха, вызванные вашей речью. Подсоедините прямо к микрофону наушники, и в них зазвучит ваш голос. Но очень и очень слабо, ибо очень слабый ток попадает в наушники.

А если вы хотите, чтобы ваш голос многократно усилился громкоговорителем?

«Переведите» ток микрофона на сетку радиолампы. Ведь небольшие изменения этого тока могут вызвать сильные изменения в потоке электронов и в анодном токе. Подсоедините громкоговоритель в цепь анода — и ваш голос загремит.

Электронная лампа может выпрямлять переменный ток, поскольку она пропускает ток, идущий в одну сторону. Расположив два триода в радиосхеме специальным образом, мы в состоянии не только «обресть» «нижнюю часть» переменного тока, но и выпрямить его, «перевернув», «перебросив наверх» эту нижнюю часть его диаграммы. Можно осуществлять выпрямление и с одной лампой особой конструкции — с двумя анодами.

Конечно, мы здесь изложили основную схему работы радиолампы. В действительности у нее значительно более сложное устройство. Катод бывает двухслойным, причем главным источником электронов служит уже не сама нить накала, а раскаленная ею, изогнутая в трубку пластинка. Роль сетки может исполнять окружающая катод цилиндрическая витая пружинка. Анод тоже сворачивают в этом случае в трубку, внутри которой и располагаются пружинка-сетка и катод. Есть и лампы с несколькими сетками, анодами и соответственно значительно большим количеством контактов на цоколе, а иногда и в других местах.

Радиолампа — устройство для управления потоками электронов. Это

главная деталь современной радиоаппаратуры. От батарейных радиоприемников до сложнейших электронно-счетных машин.

А теперь попробуем хотя бы бегло сказать о применении радио.

Здесь и собственно радио — возможность в любой точке планеты, да и за ее пределами, скажем, на космическом корабле, слышать и видеть происходящее за тысячи и десятки тысяч километров. Разве наш скептически настроенный оппонент никогда не слушает радио и не смотрит телепередач?

Здесь и радиолокация — определение в темноте, тумане местоположения судна, самолета. Разве наш скептик никогда не летал на самолете и не плавал на теплоходе? Он никогда не отправлял фототелеграмм?

Он настолько нелюбопытен, что ни разу не взглянул на фотографии обратной стороны Луны и спутников Марса, на снимки поверхности Венеры, сделанные с советских космических станций с помощью радиотелеуправления и по радио же переданные на Землю?

Даже если он попытается ответить отрицательно на все эти вопросы, мы все равно ему не поверим...

Древняя восточная сказка донесла до нашего времени легенду о волшебной лампе, которую нашел некий Аладдин. Потерев покрытую зеленою пленкой окиси медную поверхность этого предмета домашнего обихода, можно было вызвать могучего духа — джинна, который исполнял любое желание хозяина лампы...

К сожалению, творцы этих сказок были крайне однообразны в желаниях, которые приписывали своим героям. Чаще всего эти желания сводились к обладанию сокровищами — горами золота и драгоценных камней, толпами невольников, пышными мраморными дворцами... Видимо, ни на что более любопытное не считали они способными даже самых всемогущих джиннов.

Впрочем, может быть и другое. Любое из чудес, которые дарит нам штука современная лампа Аладдина — наша обыкновенная радиолампа! —казалось им настолько невероятным, что они не могли вплести его в пестрый и яркий узор своих вымыслов.

Действительно, не слишком ли фантастично для Шехерезады виденье в темноте?.. Голос, слышимый с другого материка?.. Движущееся изображение происходящего за тридевять земель?..

В ГЛУБЬ НЕВИДИМОГО

Обыкновенный оптический микроскоп, как бы ни великолепны были его линзы, как бы ювелирно ни было умение работать с ним, ограничен в своих возможностях. Ограничен величиной световых волн, фотонов, которые движутся сквозь линзы и, попав в глаз, создают на его задней сетчатке изображение видимого. Предмет, который еще можно разглядеть в оптический микроскоп, должен быть не меньше половины длины световой волны, иначе волны начинают облетать его со всех сторон.

Для того чтобы различить объекты помельче, надо заменить фотоны более «миниатюрными» частицами. Скажем, электронами.

Нельзя изменить длину волны фотона. Точнее, фотоны имеют разную длину — и от этого зависит, к какому участку спектра относится тот или иной фотон, так сказать, «цвет фотона». А скорость движения у них у всех в пустоте одна и та же — равная скорости света.

Иное дело электрон. Сравнительно легко с помощью электромагнитных полей изменить скорость его полета. А в зависимости от скорости изменяется и длина волны электрона. И можно придать ему скорость, при которой длина его волны окажется в сотни тысяч раз короче световых волн.

Правда, достичь столь высокого увеличения разрешающей способности электронного микроскопа по чисто техническим причинам не удается. Но все же электронный микроскоп намного усилил остроту зрения человека, позволил ему увидеть и мир вирусов, и следы осколков взорвавшихся ядер урана, и тонкие нити крупных белковых молекул.

Главная часть такого микроскопа — «электронная пушка». Это одно из самых распространенных устройств современных электронных приборов. Ну, например, оно работает в электронно-лучевой трубке телевизора, порождая поток электронов, тот электронный луч, который двадцать пять раз в секунду рисует и стирает изображение на экране.

В электронной пушке раскаленная вольфрамовая нить испускает электроны. Это облако подхватывается электромагнитным полем, обжимается им — и из пушки вылетает уже тонкий, как игла, пучок электронов.

Он попадает в электромагнитную линзу, которая формирует пучок нужным образом, и падает на рассматриваемый объект. В зависимости от плотности на его различных участках задерживается большее или меньшее число электронов. В электронном луче возникает как бы тень нужного предмета.

А между тем на пути пучка электронов оказывается очередная магнитная линза. В ее фокусе создается промежуточное изображение. Чтобы сделать его видимым, в этом месте ставят экран, покрытый флуоресцирующим веществом. Удары электронов заставляют его светиться, благодаря чему и возникает изображение. Однако экран не задерживает всего потока электронов, они устремляются дальше, к следующей линзе. Там-то и стоит второй и последний флуоресцирующий экран, на котором четко «проявляется снимок». Но чаще этот экран заменяют фотопластинкой, а затем уже изучают полученные фотографии.

Надо ли добавлять, что на всем пути электронного луча царствует космический вакuum?

Так устроен только один из видов электронного микроскопа — просвечивающий. А их довольно много. Есть отражательные, эмиссионные, теневые, зеркальные. Есть микроскопы с магнитными линзами, электростатические, или комбинированные, использующие линзы разных типов. Ведь каждая область науки, каждая отрасль промышленности стремится приспособить к своим нуждам электронный микроскоп.

Нам важно другое. Электронный микроскоп углубил познание мира. И продолжает приносить нам все новые сведения о неуловимо малом.

ЭЛЕКТРОН ВМЕСТО СВЕРЛА, РЕЗЦА, ЭЛЕКТРОДА

Да, речь пойдет о рабочих профессиях электрона.

Эти профессии — новинка последних лет, в крайнем случае — десятилетий. Но хватка у электрона оказалась «железной». И все чаще будут встречаться механизмы, которые сегодня кажутся уникальными, но очень скоро станут обыденными. В которых главным органом является электрон.

Нам придется посетить ряд цехов, чтобы увидеть электрон в его различных амплуа. Начнем с цеха обработки металла резанием.

Вам, может быть, приходилось видеть такие цехи. Длинные ряды токарных, фрезерных, сверлильных станков. Шелест сбегающей стружки. Звон упавшей на цементный пол заготовки.

В одном ряду с этими станками стоят и те, где вместо сверл и резцов, фрез и шлифовальных кругов действует электронный луч.

Новички непохожи на своих старых собратьев. Они почти беззвучны, если не считать гудения вакуум-насосов, трансформаторов. Не видно сбегающей стружки. Обрабатываемая деталь помещается внутри. И наблюдение за ходом обработки ведется с помощью микроскопа.

Да, да, микроскопа! Современные, назовем их электронно-лучевые, станки имеют дело пока только с микродеталями, хотя принципиально они могут быть приспособлены и для коленчатых валов автомобиля. Но это нерационально, ни к чему. Коленчатый вал нетрудно обточить и на обычном токарном станке. А операции, которые поручают электрону, каким-либо другим способом и не выполнишь.

Ну, например, фильеры для машин, изготавливающих искусственное волокно. Сквозь отверстия в фильерах проталкивается синтетическое вещество, чтобы сформовать из него нить. Тончайшую! Такую, что с волосом и сравнивать неприлично. Это все равно что сравнить тонкую ветвь ивы со стволом трехсотлетнего дуба... В тысячные доли миллиметра диаметром. Вот такими должны быть отверстия в фильерах.

Но это еще не все и не точно. Нить из искусственного волокна не должна быть круглой. Если ее сделать такой, ткань будет непрочной. Поэтому отверстие в фильере — иной раз прямо-таки затейливой формы. В виде полудуги, треугольника, крестика... Но и это еще не все.

Сквозь отверстие в фильере день за днем, неделя за неделей непрерывно поползет густая и тягучая, как мед, масса синтетического вещества. Если фильер из слабого, податливого на истирание металла, очень скоро эта струя расширит отверстие, исказит его форму. Поэтому фильмам нужны сверхтвердые сплавы.

Вот какая трижды усложненная задача: в сверхтвердом материале просверлить сверхминиатюрное отверстие да еще сверхзатейливой формы...

Электронно-лучевые станки — станки-ювелиры.

Деталь или детали укладываются на предметном столе, находящемся внутри такого станка. Закрывается герметичная дверца — и из рабочей камеры диффузионный насос откачивает чуть ли не весь воздух. Создается глубокий вакуум. Электронный резец может работать только

в безвоздушном пространстве. Это вызывает дополнительные трудности, но, к сожалению, пока неизбежно.

Главная часть электронно-лучевого станка — своеобразная «пушка», стреляющая тонким, как острье иглы, электронным лучом. Источником электронов служит обыкновенная вольфрамовая нить, которую электрический ток накаляет до температуры в 2800 градусов — той же, какую имеет волосок электрической лампочки в вашей комнате. При такой температуре вольфрамовая нить прямо фонтанирует электронами, выбрасывая целые облачка из своих раскаленных металлических недр.

Сильное электромагнитное поле упорядочивает движение электронов, собирает их в один луч и разгоняет до огромной скорости. Готовый врезаться в обрабатываемую деталь, этот луч имеет диаметр всего в несколько микрон. Но зато удельная его мощность колоссальна.

Точка, куда ударяет электронный пучок, тотчас вспыхивает нестерпимым блеском, словно туда упала крохотная капелька Солнца. Да это так и есть: температура в этом месте равна температуре поверхности Солнца — 6000 градусов. Нет на земле материала, который не только бы не плавился, но и не испарялся при такой температуре!

Электронный луч — крайне послушный инструмент. Им можно управлять вручную, а можно это поручить и автомату. Он прорезает сквозное отверстие самой причудливой формы и «выфрезеровывает» глухие фасонные пазы. И вовсе не обязательно поворачивать только направление луча, можно передвигать и обрабатываемое изделие. Кстати, коэффициент полезного действия электронного луча, своеобразного режущего инструмента, крайне высокий — почти 90 процентов! Это значительно выше, чем у сверла, резца и фрезы.

Производительность электронно-лучевых станков можно показать на следующем понятном каждому примере. Вы, конечно, обращали внимание, открыв заднюю крышку ручных часов, на красные камешки, отверстия которых служат подшипниками осей механизма. Эти камешки делают из сверхтвердых кристаллов рубина. Так вот, отверстие диаметром в 40 микрон в таком камне толщиной в 0,4 миллиметра электронный луч успевает прорезать всего за 6 секунд. Обычные механические способы сверления заняли бы в несколько сот раз больше времени.

Ну как, неплохо работает электрон в цехах механической обработки материалов?



А теперь пройдем в металлургический цех. И здесь электрон уже нашел себе дело по силам и вкусу — выбрал наиболее ответственный и сложный участок производства: изготовление самых чистых и сверхчистых металлов и сплавов.

На этот раз речь пойдет не о микродозах, хотя в большинстве случаев электронной плавке подвергают именно небольшие порции металлов — ведь сверхчистые металлы вообще выпускаются пока еще лишь небольшими партиями. Но уже есть электронные установки, способные выплавить слиток длиной в два метра при диаметре в полметра. Нет, такой слиток не назовешь миниатюрным!

Существуют разные конструкции электронных плавильных печей. Отличаются они главным образом способом организации электронного пучка. Есть печи, в которых применяют обыкновенные электронные пушки. Их представить несложно. Мы остановимся на другой схеме — с кольцевым катодом. Это первенцы в семействе электронных плавильных печей.

Электронная плавка тоже ведется в высоком вакууме. Расплавляемый слиток подвешивают над ванной и подсоединяют к аноду высоковольтного выпрямителя. Вокруг него располагают вольфрамовое кольцо, которое связано с катодом высокого напряжения. В вакууме электропечи создается сильное электромагнитное поле. Если в него попадет отрицательно заряженная частица, она яростно швырнет ее в слиток.

И такие частицы находятся. По вольфрамовому кольцу пропускают ток низкого напряжения, который разогревает его так же, как и в любой другой электронной пушке. Вольфрам начинает фонтанировать электронами. Электромагнитное поле подхватывает их и стреляет, как крохотными снарядиками.

Под этой неукротимой бомбардировкой металл начинает плавиться и стекать в подготовленную для него форму. Тогда электромагнитное поле переключает часть электронов на бомбардировку уже расплавленного металла, не давая ему застыть, поддерживая его в перегретом состоянии. При этом из металла уходят все растворенные в нем газы и большая часть посторонних примесей, имеющих, как правило, значительно меньшую температуру кипения, чем расплав. Распадаются под влиянием высокой температуры и окиси металла. Примеси конденсируются на стенах сводов печи. Газы удаляются вакуум-насосами. В результате одной, а иногда двух последовательных переплавок получается металл, содержащий лишь тысячные и десятитысячные доли процента примесей. «Четыре-пять девяток чистоты», — говорят о таком металле специалисты.

В электронных плавильных печах ведут нередко и зонную плавку, которая обеспечивает чистоту металла и в семь, и в девять «девяток».



Посетим цех... Только вот как назвать этот цех, где электроны осуществляют операцию, никакими другими способами не осуществимую? Наносят пленки из сверхтугоплавких металлов толщиной в миллионные доли миллиметра! Лишь в гальванической ванне, пожалуй, и опять не без помощи электронов, можно изготовить такое покрытие.

А нужны они в наше время в очень и очень многих случаях. Ученые, изучая свойства элементов в этих сверхтонких пленках, обнаруживают у них совершенно неожиданные свойства. Астрономы требуют покрытия сверхтонкими пленками зеркал своих телескопов. Специалисты-радиоэлектроники ухитряются делать из них целые радиосхемы...

Изготовление сверхтонких пленок электрон ведет опять-таки в глубоком вакууме. Принцип действия установки, предназначенный для этой цели, несложен. Электронный луч плавит и испаряет вещество, пленку

из которого надо получить. Пары этого вещества осаждаются на подложках, установленных вокруг ванночки, в которую вонзает свое лезвие электронный луч.

Этим способом можно наносить пленки из самых различных элементов чуть ли не на все материалы — и на стекло, и на металл, и на пластмассу, и даже на бумагу. Исходное вещество может иметь сколь угодно высокую температуру кипения — даже вольфрам, кипящий при 5900 градусах, подвластен электронному лучу! Причем поток электронов, заставляющий кипеть металл, ничем его не загрязняет.



Вы не устали «таскаться» из цеха в цех по следам электрона? Ну, тогда зайдем еще в сварочное отделение. Впрочем, о нем лучше расскажет писатель Ярослав Голованов. На заводе ядерного горючего встретился он и с электроном на ответственнейшем посту — на сварке циркониево-ниобиевых трубок, важнейших деталей атомных реакторов. Этую свою встречу он описал в отличной книге очерков «Путешествие в страну урана». Вот несколько строчек из нее:

«Видели вы, как весной, вооружившись увеличительными стеклами, выжигают мальчишки на садовых скамейках свои инициалы? Замените солнечные лучи потоком быстрых электронов, увеличительное стекло — фокусирующей системой, садовую скамейку — циркониево-ниобиевой трубкой, и вы получите грубую схему этого автомата.

Сварщик Николай Рогачев подводит нас к глазку уникальной советской машины. Он нажимает кнопку — и в тот же миг катод электронной пушки, напряжение на котором достигает десятков тысяч вольт, начинает излучать электроны. Трубка уранового стержня служит анодом. Через глазок видно, как на месте будущего шва вспыхивает яркая, как звезда, точка. Если бы Николай не протянул темный светофильтр, на нее было бы смотреть. Видно, как, вращаясь, постепенно наливается малиновым жаром торец трубки. Короткий щелчок — все кончено...»

К этому описанию, видимо, надо добавить совсем немного, только несколько сведений чисто технического характера. Во-первых, что этим способом получают лучшее по сравнению с другими видами сварки качество шва. Во-вторых, что электронный луч обеспечивает концентрацию энергии в месте сварки в сотни раз большую, чем все другие методы. В-третьих, что уже сейчас благодаря ему можно сваривать детали толщиной в 40—50 миллиметров.

А главное — электронно-лучевая сварка начинает уже широко внедряться на самых разнообразных предприятиях.

...Когда-то Алексей Толстой написал увлекательный роман об авантюристе Гарине, с помощью всеистребляющего луча решившем завладеть миром. Единственное полезное применение, которое смог герой повести придумать для своего «гиперболоида», — бурение шахты в глубочайшие слои земли...

Насколько полезнее для человека скромный работяга — электронный луч, сообщающий ученым на стеклах осциллографов тайны природы,

рисующий на экранах телевизоров сменяющиеся изображения, плавящий, выпаривающий, сваривающий, обрабатывающий сверхупрямые металлы и сплавы на наших заводах!..

МГНОВЕНИЕ ИЗ ЖИЗНИ МИКРОМИРА

Нейтрону едва исполнилось 44 года. Для человека — это расцвет сил. Для элементарной частицы, которой предстоит служить человеку века и века, — это возраст крайней юности. И однако нейтрон уже работает. И работает, прямо скажем, великолепно.

Первую профессию нейтрону дала война. Он не вышел еще из младенческого юзраста, ему едва минуло десять лет, как его начали лихорадочно отывать для участия в сражениях. Ученых многих стран, собравшихся для этой цели в Соединенных Штатах Америки, вдохновляли благородные чувства: шла смертельная схватка с фашизмом. Но когда нейтрон был снаряжен и обучен, война по существу окончилась. И люди, которые делали «большую политику», вместо славной судьбы солдата предназначили нейтрону подлую участь убийцы. Это он стер с лица земли японские города Нагасаки и Хиросиму. А ответственность лежит на тех, кто заставил его совершить преступления.

Да, первым практическим применением нейтрона была атомная бомба. Впрочем, для того чтобы понять, как она устроена, нам придется позволить себе маленькое отступление.

— Ядра атомов абсолютно, безнадежно невидимы, — как-то обронил американский физик Роберт Ховстадтер. Он написал это мимоходом, в полной убежденности, что этостина, известная всем. Слово «безнадежно» он усилил еще словом «абсолютно». А, наверное, ученый просто ошибся в своем прогнозе.

Вспомните, до появления микроскопа был «абсолютно, безнадежно невидим» весь мир микроскопических существ, начиная от обычной сенной инфузории туфельки и кончая бациллами туберкулеза и сибирской язвы.

До изобретения электронного микроскопа был «абсолютно, безнадежно невидим» мир вирусов и тем более молекул. Электронные микроскопы позволили получить увеличение в 250 000 раз! Недавно появившиеся ионные микроскопы еще в 40 раз усиливают зрение человека. Таким образом, уже есть возможность — хотя бы в некоторых отдельных случаях — обеспечить увеличение в 10 000 000 раз!

Правда, чтобы увидеть ядра атомов, нужна «разрешающая способность» приборов в несколько тысяч раз больше. Много ли на это потребуется времени? На каком принципе будет работать новый сверхмикроскоп для наблюдения за жизнью микромира? Невозможно ответить на эти вопросы. К тому же есть законы, препятствующие возможности прямого наблюдения таких частиц, и нелегко будет обойти эти законы. И все же атомные ядра рано или поздно предстанут перед нашим взором.

Представим себе, что в нашем распоряжении есть такой микроскоп и мы засняли с его помощью кинофильм под названием: «Одна милли-

ардная секунды из жизни элементарных частиц». И наконец, представим, что мы проецируем этот фильм на экран с таким замедлением, чтобы можно было спокойно рассмотреть все эпизоды.

Вы думаете, одной миллиардной секунды недостаточно, чтобы что-нибудь увидеть? Не волнуйтесь! Большинство естественных ядерных взаимодействий протекает еще быстрее. В это ничтожно малое мгновение можно последовательно вместить чуть ли не миллиард отдельных «кадров» микромира.

— Знакомьтесь, — слышен голос диктора, — перед вами атомные ядра различных элементов. Вот ядро самого легкого из земных газов — водорода. Оно состоит всего из одного протона. Рядом его родной брат — дейтерий. Дейтерия не так уж мало на нашей планете: на каждые десять тысяч атомов водорода находится один атом дейтерия... Ядро дейтерия состоит из протона и нейтрона. Видите, как близко друг к другу прижались эти две частицы, одевшие себя общим облаком пи-мезонов. Это облако и связывает их воедино...

А вот ядро элемента, более удаленного от начала периодической таблицы, — алюминия. Этот элемент занимает 13-е место. Сразу и не сочтать, сколько протонов и нейтронов содержит его похожее на каплю сгустившегося тумана ядро. Я вам сообщу это. Кроме 13 протонов, в нем еще 14 нейтронов. Следовательно, перед вами ядро изотопа алюминия-27. Очень устойчивое ядро. Оно никогда не расщепляется, не выбрасывает никаких частиц и лучей, если только...

Диктор на минуту умолкает, и тут начинает энергично разворачиваться действие. Появляется новый персонаж — нейtron. Трудно рассмотреть это крохотное, взвихренное, непрерывно волнующееся облачко — так стремительно оно пролетает отделяющее его от ядра расстояние... И вот — миг столкновения... Но что это? Ядро как было, так и осталось на месте без всякого изменения. Даже мезонные облачка не изменили своего равномерного движения. А нейtron вылетел так же стремительно с другой стороны ядра, словно это была не спрессованная до чудовищной плотности материя, где вплотную друг к другу уложены элементарные частицы, а разреженный газ...

— Это одна из загадок микромира, — поясняет диктор. — Для обладающих большой скоростью — так называемых быстрых — нейтронов атомные ядра в некоторых случаях оказываются как бы прозрачными... Особенность мира, в котором господствуют законы квантовой механики... Впрочем, смотрите дальше...

Но нас не надо уговаривать... Мы и так не отрываясь смотрим на экран... А на нем появляется еще один житель микромира. Он движется медленно, величественно. Он значительно больше быстрого нейтрона по величине. Он почти равен по размерам ядру алюминия...

— Наш старый знакомый — нейtron, — продолжает диктор. — Только это не быстрый, а медленный нейtron. Изменение его энергии, уменьшение скорости вызвало изменение длины волны — ведь нейtron обладает и волновыми свойствами. И увеличился поэтому, так сказать, «рост» нейтрона, его эффективный размер... Но, обратите внимание, мы мало что можем рассмотреть в этой элементарной частице. Да, она оку-

тана какой-то туманной дымкой, своеобразной атмосферой, находящейся в непрерывном движении,— видимо, это отрицательно заряженное мезонное облако, окружающее частицу. Иногда в самом центре ее на мгновение проглядывает заряженное положительно центральное образование. Заряды центрального ядрышка и мезонного облака взаимно нейтрализуют друг друга, обеспечивая общую электрическую нейтральность частицы... Но все это еще очень неясно.

Между тем нейtron приближается к ядру атома, столкновение — и он весь целиком оказывается в ядре... Ядро приходит в возбужденное состояние. Чувствуется, что оно начинает пульсировать, как капелька жидкости, закипающая изнутри...

— Это уже не ядро алюминия-27, — говорит диктор, — а ядро алюминия-28, содержащее не 14, а 15 нейtronов... Но нам надо пропустить огромное для микромира время — целых 80 секунд. Таков примерно средний срок жизни ядер этого радиоактивного изотопа алюминия...

Непродолжительное затемнение — и на экране снова наше атомное ядро. Оно по-прежнему волнуется. И вдруг «выстреливает», исторгает из себя... электрон!

Ядро содержит теперь 14 протонов и 14 нейtronов. Это уже не алюминий, а его сосед по периодической таблице — кремний-28, занимающий четырнадцатую клетку... Вот вам столь желанное для средневековых алхимиков превращение элементов!..

А на экране — быстрая перемена. Место ядра кремния занимает огромная капля ядра урана-235, как нам снова сообщил диктор. Кстати, он обращает наше внимание и на то, какую форму имеют ядра атомов... Нет, они отнюдь не круглые, а скорее грушевидные, да и к тому же кривобокие. Видать, в микромире особые понятия и о красоте, и о совершенстве.

И вот снова тот же медленный нейtron. Так же свободно, как и в предыдущий раз, приближается он к ядру, равнодушный к гигантскому оборонительному поясу электромагнитного поля... Какие преимущества дает отсутствие электрического заряда! Попробовал бы так приблизиться к ядру атома протон! Упругие силовые линии электромагнитного поля сначала оттянулись бы назад, а потом, резко сократившись, отбросили бы незваного пришельца с такой силой, что и след бы его простыл... А нейtron проходит сквозь них, вообще не встречая никакого сопротивления, и вливается в ядро. Нет, этой последней капли уже не может вместить ядро урана! Ведь оно и так состоит из 92 протонов и 143 нейtronов! Эта «капля» буквально переполнена нейtronами! И она начинает колебаться так, что чувствуется — еще несколько мгновений, и она развалится. Сначала образуются две «капли» меньшего размера, соединенные перемычкой, нечто вроде гантеля, а затем и эта перемычка лопается. В разные стороны разлетаются возникшие в разрыве 2—3 новых нейtrона. В разные стороны, разбрасываемые электромагнитными силами, разлетаются и осколки ядра урана. Это — уже ядра совершенно новых элементов, находящихся в таблице Менделеева очень далеко от урана...

Экран гаснет — и затем перед нами возникает новая картина. Мы уже видим крупным планом не ядро урана, а тесно упакованные в кри-

сталлической решетке атомы. Их ядра теперь как крохотные кружочки в пространстве, в котором движутся по бесчисленным орбитам электроны.

Вот тревожно вспыхнуло и расщепилось одно из ядер урана, взорванное попавшим в него нейтроном. И тотчас три новых нейтрона ринулись в плотную массу металла. Один из них вылетел за границу куска урана и исчез в окружающем пространстве. А два других, растеряв часть своей энергии в бесчисленных столкновениях, попали в новые ядра урана — и еще две точки вспыхнули тревожным красным огнем.

Уже шесть нейтронов мечутся в металле и вспыхивают пять ядер... Десятки нейтронов взрывают десятки атомов... Вся глыба урана озарена зловещим алым пламенем...

— Так протекает цепная реакция урана-235, впервые примененная в атомной бомбе, — комментирует диктор. — Ее особенность заключается в том, что освобождается гигантский запас энергии. Масса осколков уранового ядра и нейтронов, выделившихся при расщеплении, заметно меньше, чем масса ядра до реакции. Разница в массах и определяет резерв энергии. Вы помните из уравнения Эйнштейна, что небольшое сравнительно количество вещества эквивалентно колоссальному количеству энергии. И действительно: каждый килограмм урана способен дать 22 900 тысяч киловатт-часов энергии, в то время как килограмм самого лучшего топлива — не более 11,6 киловатт-часа, а химические взрывчатые вещества — в два-три раза меньше. Вот она, невообразимо громадная сила урана!

После того как начался процесс деления, он уже поддерживает себя сам, так как при расщеплении каждого ядра, вызванного одним попавшим в него нейтроном, выделяется два-три новых нейтрона. И процесс лавинообразно нарастает. Правда, это происходит только в тех случаях, когда масса урана достаточно велика, когда она больше критической массы...

На экране — в нашем обычном земном масштабе небольшой, со спичечную коробку, слиток урана. Он увеличивается, заполняя все пространство. В его глубине взрывается одно из атомных ядер. Рождается, как и полагается, три новых нейтрона. Но два из них вылетают за пределы слитка, не успев замедлиться и столкнуться с новым ядром. Реакция затухает....

К слитку вплотную добавляют другой такой же слиток. Теперь нейтронам труднее покинуть заполненное металлом «поле боя». И реакция разгорается...

— Весь «секрет» атомной бомбы, которым американские империалисты спекулировали в первые годы после войны, — снова доходит до нашего сознания голос диктора, — заключался в технологии разделения изотопов урана, ибо в качестве атомной взрывчатки в то время использовали сверхчистый уран-235, да в устройстве механизма, который смог бы мгновенно соединить в один несколько кусков урана, чтобы получить критическую массу. Ведь если недостаточно быстро соединить куски, уран может просто расплавиться, испариться и не вызвать ожидаемого сверхмощного взрыва...

Надо ли говорить, что американскую монополию на атомную бомбу советский народ ликвидировал в 1949 году? Надо ли говорить, что советские атомные подводные лодки давно несут вахту в морях и океанах? Может быть, лучше напомнить, что уже в 1954 году именно в нашей стране дала ток первая в мире атомная электростанция? Что в 1957 году был спущен на воду первый в мире атомный ледокол? Наконец, что атомная энергетика стала отраслью нашей большой энергетики? Да и как может быть иначе! Не могла Советская страна — страна мира и прогресса — пройти мимо этой нейтроново-урановой реакции, которую, кажется, сама природа приспособила для мирного использования...

Мы снова смотрим на экран. Там схема обычного уранового котла. Стенки обложены пластинками сверхчистого графита — ядра этого элемента почти не поглощают никаких — ни быстрых, ни медленных — нейтронов и отражают их назад, в активную зону, как зеркало отражает солнечные лучи. Между стержнями урана — легко извлекаемые кадмиеевые стержни. Кадмий, наоборот, отличается удивительным умением поглощать нейтроны. Он словно испытывает в них постоянный голод. Опуская и извлекая эти стержни, можно ускорять и замедлять ход ядерной реакции...

— Во всех без исключения атомных реакторах, где бы они ни находились — на атомном ли ледоколе, в научно-исследовательском ли институте, на гигантской ли атомной электростанции, — верой и правдой работают нейтроны... — Это заключительные слова диктора.

ЧАСТИЦЫ-РАЗВЕДЧИКИ

Работа в области энергетики — отнюдь не единственная из профессий нейтрона. В фильме, просмотренном нами только что, очень бегло упоминалось и о другой его важной «деятельности». Ведь это нейтрон в первую очередь осуществляет в нашем XX веке то, о чем полтора тысячелетия мечтали алхимики, — изготавливает из одних элементов другие.

Правда, алхимики не ставили задачи так широко. Их в общем-то мало волновали такие металлы, как железо или кобальт. Все вещества, которыми они располагали, в большинстве случаев интересовали их лишь как сырье для переделки в золото. Они считали, что эту переделку можно осуществлять с помощью особого вещества — философского камня...

Этим философским камнем оказался неизвестный алхимикам металл — уран. И хотя давно уже умерла алхимия, и сегодня, жаловались молодые инженеры, работающие на атомном реакторе, нередко задают им вопрос: а золото вы тоже можете получить?

— Можем, — отвечают инженеры. — Только зачем? Искусственное золото окажется дороже, чем на прииске...

Но они при этом не упоминают о том, что выпускаемые ими для широкого использования в народном хозяйстве изотопы совсем прозаичных элементов — кобальта, натрия, фосфора, йода — куда драгоценнее, чем золото!

На заводах и фабриках, в научно-исследовательских институтах и

больницах выполняют они сложнейшие и ответственнейшие поручения людей. Расскажем лишь о некоторых — из бесчисленного множества — примерах их применения.

...Радиоактивные элементы химически почти ничем не отличаются от нерадиоактивных. Они так же участвуют во всех реакциях, так же усваиваются живыми и растительными организмами. Но радиоактивные ядра взрываются. Этот взрыв можно сравнить с сигналом, посыпаемым разведчиком из далекого тыла врага: я — здесь! Вот поэтому-то так часто и выступают радиоактивные изотопы в роли разведчиков науки.

Простая вещь: как усваивают растения те минеральные удобрения, которые вводят в почву перед посевом? Как важно было агрономам узнать это! Но каким способом, кроме использования радиоактивных изотопов — меченых атомов, можно было бы разобраться в этом вопросе?

Мы рассказывали уже о таком опыте: ученые ввели в суперфосфат часть меченого фосфора. Если корни растения соприкасались с удобрениями, то уже через 20 минут в листьях его появлялись меченные атомы, поднятые соками из земли. А удобрение, находящееся в 3—4 сантиметрах от корней растения, начинало усваиваться им только на третий день.

Выяснилось, что хлопчатнику, сахарной свекле и табаку фосфор нужен главным образом в первоначальный период роста. А вот картофелю — равномерно на протяжении всего его развития.

Кроме того, выяснилось, что не только корни, но и листья растения могут поглощать полезные им вещества.

Огромное значение имеет для агробиологов знание хотя бы этих нескольких наугад взятых закономерностей, установленных только с помощью меченых атомов.

Меченные атомы позволяют исследовать и деятельность живых организмов. С их помощью удалось проследить, как скапливаются в костях скелета фосфор и стронций, как йод, поступивший в организм, усваивается щитовидной железой, как энергично идет обмен веществ, смена одних атомов другими в такой, казалось бы, очень статичной части организма, как эмаль зубов.

Меченные атомы помогают расшифровывать тончайший и важнейший для всего живого на земле процесс фотосинтеза — изготовления в клетках растений под действием лучей света сложных белковых и других органических молекул. Оказалось, что растение использует не только углерод углекислого газа, но и углерод, находящийся в почве.



«Автопортрет» меченых атомов

При изучении с помощью меченых атомов тех тайнств, которые вершит природа в коконе, превращая безобразную жирную гусеницу в летающий цветок, в расцвеченнюю всеми цветами бабочку, биологи установили, что там из кислорода воздуха и водорода углеводов творятся молекулы воды. Вот каким еще секретом монопольно владеют насекомые!

ИЗОТОПЫ ЛЕЧАТ

...В комнате, сверкающей стерильной чистотой, стоит сложный аппарат. У него широкая станина и длинный хобот, который нависает над столом, покрытым белой простыней. Своим нижним отверстием с небольшим раструбом хобот может повиснуть над любой точкой стола.

В комнату входит больная. У нее встревоженное, но твердое лицо. Она знает о своей страшной болезни. Почти неизлечимой. Почти безнадежной. И раз здесь есть надежда, есть это «почти», она будет бороться до конца, как подобает человеку...

Врач и медсестра укладывают ее. Поворачивается хобот аппарата и нацеливается на левое плечо женщины. Еще несколько слов, прикосновений к рукоятям — все выходят из комнаты. Больная одна... Правда, с ней «остается» голос врача, наблюдающего из соседнего помещения. Оттуда он и включает аппарат.

— Хоть его называют пушкой, точнее, кобальтовой пушкой,— рассказывает врач, обернувшись ко мне,— выстрелы этого аппарата абсолютно беззвучны. И устройство его не так уж сложно. Главное в нем ампула с радиоактивным изотопом кобальта. Она помещается в защитном кожухе из сплава вольфрама в головке хобота. Я нажал кнопку — и в тот же миг эта ампула выдвинулась из кожуха: кобальтовая пушка дает залп. Он направлен глубоко в тело больной, туда, где развивается, растет, как гриб после дождя, губительная раковая опухоль. Конечно, истогаемый кобальтом поток излучения задевает и здоровые ткани. Но главный залп все-таки обрушивается на опухоль...

...Я рад сообщить, опережая события, что через несколько недель женщина выписалась из больницы. Радиационная терапия помогла ей выздороветь...

— Мы применяем сейчас не только облучение кобальтовыми пушками,— продолжал врач.— В некоторых случаях более эффективно введение шарика или проволочки из радиоактивного кобальта непосредственно в глубь злокачественной опухоли. При этом огонь ведется как бы из глубокого тыла болезни. Иногда мы употребляем шарики из радиоактивного золота, которые также вводим внутрь опухоли. Против рака кожи используем мази, содержащие радиоактивный фосфор. Радиоактивный йод — при заболеваниях крови.

Не менее часто употребляются меченные атомы для распознавания болезней. Установить место, где в мозгу начала развиваться страшная опухоль, помогает одно из соединений фосфора, содержащее его меченные атомы. Опухоли мозга обладают способностью концентрировать

у себя этот элемент. Приборы точно устанавливают место в мозге, из которого шлют свои сигналы наши радиоактивные разведчики.

Когда рак поражает кости, вперед посыается радиоактивный таллий. Этот вид опухолей имеет свойство концентрировать именно атомы таллия.

Радиоактивный натрий, попадающий в кровь, дает возможность определить скорость кровообращения, те или иные ненормальности его... Да все равно не перечислить всех применений в диагностике и в лечении мирной атомной энергии.

ПОМОЩНИКИ РАБОЧЕГО И ИНЖЕНЕРА

Мы побывали в лаборатории ученых, занимающихся изучением живого, в больнице, где ведут непрестанную борьбу со смертью. И там, и там — и еще в бесчисленном количестве мест — могли бы мы встретиться с меченными атомами. Мы могли бы пойти и в институты, где исследуют кристаллы полупроводников и металлов, мы могли бы посетить археологов и геологов, интересующихся показаниями ядерных часов, могли бы поехать к машиностроителям, изучающим износ трущихся поверхностей... Ибо меченный атом принят на вооружение буквально во всех областях науки... Для таких поездок и экскурсий у нас просто не хватит времени. Но нельзя не посетить стройки, заводские и фабричные цеха, нельзя не познакомиться с рабочими профессиями мирного атома.

...Мы на стройке крупной электростанции. Здесь встанет гигантская плотина, она поднимет воду большой равнинной реки, направит ее в оросительные и судоходные каналы, даст электрический ток. Конечно, найдется и здесь дело радиоактивным помощникам человека.

В залитом водой глубоком карьере стоит небольшое судно странной на первый взгляд конструкции. Спереди у него имеется нечто вроде стрелы подъемного крана, на конце которой изогнутые ножи метровой величины — фреза. В середине фрезы открывается широкое отверстие трубы. Это известный всем земснаряд.

При работе его стрела опускается глубоко в воду, на дно карьера, фреза начинает вращаться, и срезаемый ею грунт смешивается с водой. Эту смесь, пульпу, земснаряд засасывает в отверстие трубы.

В корпусе машины расположен землесос — насос специальной конструкции, сквозь лопасти которого проходят камни сантиметров 30 в по-перечнике. Из землесоса пульпа по толстым трубам, частью уложенным на понтонах, частью идущим по берегу, подается на так называемую карту намыва — место, где сооружается плотина. Нередко оно находится на расстоянии нескольких километров от земснаряда. И багермейстер, управляющий могучей машиной, не может знать, насколько качественную пульпу подает туда земснаряд. Ведь и работы фрезы он не видит сквозь толстый слой взбаламученной воды.

На помощь ему приходят радиоактивные изотопы и радиометр.

К одной стенке стальной трубы, по которой течет пульпа, прикрепляют крупинку радиоактивного кобальта, а у другой стенки устанавлива-

вают радиометр. Идет по трубе чистая вода — прибор щелкает непрерывно: выбрасываемые изотопом элементарные частицы легко пронзают обе стенки трубы и чистую воду. Но когда по трубе течет вода с большим содержанием грунта, им труднее проникнуть к радиометру и его щелканье прекращается. Конечно, не щелчками информирует багермейстера о концентрации пульпы контрольное автоматическое устройство. Его показания, отградуированные в процентах, указываются на специальном циферблате, в кабине земснаряда.

...Мы на крупном металлургическом заводе. Совсем рядом высятся громады доменных печей. Их продукция — чугун. Увы, это еще не тот драгоценный металл, с которым обычно имеют дело машиностроители, это еще не сталь. Очень ограниченно применение доменного чугуна.

Большая его часть поступает в мартеновский цех, где варится сталь. В мартеновскую печь наряду с железным ломом, с флюсами заливают и чугун.

Избыток чугуна хранят в миксере — гигантской бочке, стенки которой обладают повышенной теплостойкостью, минимальной теплопроводностью. Иначе чугун в миксере может застыть — и никаким путем его оттуда уже не извлечешь.

А как узнать, много ли в миксере чугуна? В обычных случаях, ну, например, в небольших котельных, чтобы определить уровень воды в кotle, применяют стеклянные водомерные трубы. По закону сообщающихся сосудов вода в них устанавливается на том же уровне, что и в кotle. Но к миксеру такой водомерной трубы не приспособишь.

И на этот раз выручают радиоактивные изотопы. С одной стороны миксера — ампулы с изотопом, с другой — радиометр. Если уровень металла ниже уровня, на котором установлены эти предметы, радиометр отсчитывает элементарные частицы, они легко долетают до него, пронызывая обе стенки миксера. Но едва уровень металла поднимается, его толща заслоняет радиометр от ампулы с изотопом, и он умолкает. Устройство сообщает, что металл достиг предельной черты.

Радиометр может легко контролировать прокатываемые металлические листы, трубы, балки. Для этого также с двух полюсов помещают ампулу с радиоактивным изотопом и радиометр. «Летит» меж этих двух устройств стальной, раскаленный добела лист. Если его толщина превышает норму, уменьшается достигающее радиометра излучение радиоактивного изотопа, прибор сразу же сигнализирует об этом дежурному инженеру. Если лист получился тоньше, радиометр опять-таки определяет это по увеличению потока радиоактивного излучения.

Интересно применение радиоактивных изотопов для борьбы за высокое качество металла. Огромное влияние на него оказывают вредные примеси, в первую очередь серы и фосфора. В мартеновской печи сера погадает в шлак, но непрерывно стремится перейти в металл. Сталевару чрезвычайно важно знать, где она находится в каждый момент плавки. Для этого в расплавленный металл добавляют небольшое количество радиоактивного изотопа серы. Пробы, взятые в печи, показывают по содержанию радиоактивной серы в них, определяемому с помощью радиометров, сколько серы перешло в шлак, а сколько осталось в металле.

Как только металлург замечает, что начинается обратный процесс перехода серы из шлака в металл, он сливают шлак.

Нет сомнения, что меченные атомы и сопутствующий им радиометр будут использоваться все чаще, ибо они позволяют заглянуть и через стальную стенку, и через слой кирпича, позволяют увидеть невидимое. Радиометр становится таким же привычным прибором, как микрофон телефонной трубки или электронная лампа телевизора.

И еще: невозможно, конечно, никакими цифрами измерить пользу, приносимую изотопами в борьбе за человеческую жизнь.

Вот что такое меченные атомы, изготавливать которые помогают нейтроны! Недаром в Москве и других крупных городах страны открыты большие магазины для торговли ими! Чтобы каждое предприятие могло купить и внедрить у себя.

ЛУЧ ВМЕСТО МОЛОТА

Ну, а непосредственно, лично, так сказать, работает ли нейtron на заводах и фабриках, как работает сварщиком его друг электрон, как сам он трудится в реакторах атомных электростанций и реакторах, вырабатывающих меченные атомы?

Да. Среди профессий нейтрона есть и гордая профессия металлурга. Он умеет упрочнять металл.

...Уже древние мастера заметили: хорошо прокованный металл не сравненно более стоек. И поэтому так изощренно ковались клинки кинжалов и шпаг, лезвия кос и звенья якорных цепей. Везде, где нужна была особая, отменная прочность, брали не литье, а кованое железо.

Инженеры сумели объяснить этот секрет. Дело не только в том, что под ударами молота в раскаленном металле свариваются микротрешины, раковины, слабины. Дело еще и в том, что деформируются кристаллы, сдвигаются атомы со своих мест в кристаллических решетках.

Одним из преимуществ прессования, штамповки, чеканки и других видов обработки металла давлением перед резанием является упрочнение металла.

В последние годы выяснилось, что нейтроны могут стать соперниками кузнецких прессов и молотов, что простое облучение металла пучком быстрых нейтронов вызывает такое же его упрочнение, как и обработка давлением.

Что же за таинственные изменения совершаются в его толще, когда его пронизывает поток быстрых нейтронов?

Ничего таинственного в этом процессе нет. Просто, пронзая металл, нейтроны сталкиваются с отдельными атомами и выбивают их с мест в кристаллической решетке. Кристаллы остаются сломанными. И это облучение незримым и неслышимым пучком неуловимо малых частиц оказывает такое же влияние на прочность металла, как и проковка его тяжелой кувалдой на наковальне.

Радиационное упрочнение металла уже вышло за стены лаборатории, уже приходит на производство.

ТРЕТЬЕ ОКНО ВО ВСЕЛЕННЮЮ

Астрономия существует около пяти тысячелетий. Во всяком случае, именно такую давность имеют самые первые записи астрономических наблюдений, осуществлявшихся в Вавилоне, Египте и других странах древних цивилизаций.

Астрономы на протяжении этих длинных тысячелетий получали сведения об устройстве Вселенной только из свидетельских показаний лучей света. Собирать побольше этих лучей, расширяя диаметры телескопов, накапливать их, увеличивая выдержку фотопластинок, выпытывать у них истину все более изощренным способом, растягивая многометровой лентой спектра, пропуская через фильтры,— вот пути, по которым двигалась эта наука.

Исчерпаны ли ее возможности? Ну, конечно, нет! Достаточно перечислить открытия последних лет, сделанные чисто астрономическими методами: обнаружение свободного кислорода в атмосфере Венеры, вулканической деятельности на Луне, определение истинного цвета далеких туманностей... И все-таки как замедлилось бы познание мира, если бы оптическая астрономия не породнилась с радиоастрономией.

Она родилась в последние годы второй мировой войны. Но уже сколько удивительных дел у нее на счету!

Здесь и определение скорости вращения Венеры — загадки, много десятилетий занимавшей умы, и нахождение точных размеров астрономической единицы, и открытие сверхкороны Солнца, и определение массы межзвездного газа в нашей Галактике... И еще и еще...

Столь значительные успехи молодой науки объясняются тем, что она развивалась и развивается на ином, отличном от оптической астрономии, материале. Сведения о Вселенной радиоастрономам приносят не видимые лучи, а радиоволны. Их никто на протяжении всех пяти тысяч лет не расспрашивал, мало того, о них просто не знали... И сейчас, когда с ними научились обращаться, они охотно отдают всю содержащуюся в них информацию.

Можно привести такое сравнение. Человечество живет в большом доме, отгороженном от остального мира прочной стеной. В этой стене люди знали только одно окно — через него-то и осматривали ближайшую область. И вдруг они догадались о возможности нового окна, сквозь которое различимы другие детали, даже другие области окрестного мира. Конечно, люди постарались как можно скорее и как можно больше увидеть сквозь это второе окно.

Глухая стена нашего дома — непрозрачная густая атмосфера планеты. Окна в ней — те два участка электромагнитного спектра, для которых атмосфера прозрачна: участок видимых лучей и участок радиоволн некоторых длин.

Очень скоро — вероятно, в ближайшие годы и десятилетия — будет создана за пределами атмосферы первая астрономическая обсерватория, которая сможет изучать Вселенную во всем гигантском спектре пронизывающих ее излучений. Возникнут и разовьются в самостоятельные области науки инфракрасная астрономия, ультрафиолетовая астрономия,

гамма-астрономия, астрономия рентгеновых лучей. Падет отделяющая нас сегодня от Вселенной стена атмосфер... И все-таки уже сейчас было бы полезно найти третье окно в мир, чтобы еще расширить наши сведения о космосе, который только начали бороздить космические корабли.

И такое окно есть! Сквозь него в наш замкнутый мир влетают посланцами самых дальних миров загадочные частицы материи — нейтрино.

Мы уже рассказывали скжато историю их появления. Очень долго, начиная с 1931 года, вопрос о существовании их был не больше чем умозрительной гипотезой, выдвинутой лишь для того, чтобы спасти от гибели закон сохранения энергии. И лишь в 1957 году американские ученые документально доказали правильность этой гипотезы.

В чем дело? Почему так долго не удавалось обнаружить эту частицу? Почему чуть ли не четверть века продолжались споры о том, есть ли она вообще?

Нейтрино — самая удивительная из частиц микромира. О ней известно еще очень мало. Совсем недавно установлено, что у нее нет «массы покоя», что в этом отношении она подобна фотону, который может находиться только в непрестанном движении со скоростью света. Она не оставляет никаких следов ни в камере Вильсона, ни в пузырьковой камере и вообще ни в каком из самых чутких приборов. К тому же она почти «не реагирует» ни на каких других жителей микромира.

Но не подумайте, что нейтрино такая уж редкая частица. Нет, она рождается в результате весьма «обычных» событий — ну, скажем, при распаде нейтрона. Помимо электрона и протона, в этот же миг вылетает нейтрино и отправляется в свой поистине вечный путь сквозь Вселенную.

Теперь понятно, каким важным событием в науке оказалось опытное подтверждение существования этой неуловимой частицы! Трудно удержаться, чтобы не напомнить об этом опыте.

Мы говорили, что нейтрино почти не взаимодействует с другими частицами. И всегда подчеркивали это слово «почти». Ибо очень редко — сдин раз на миллион миллиардов километров полета сквозь толщу вещества — нейтрино должно провзаимодействовать, столкнувшись с протоном. Так, во всяком случае, показали теоретические расчеты.

Вот и следовало или доказать их, или опровергнуть.

Конечно, невозможно наблюдать за полетом нейтрино на протяжении миллионов миллиардов километров. Но можно сделать наоборот. Можно пропускать миллионы миллиардов нейтрино через один километр вещества. А если частиц будет еще больше, то и вообще — только через кубометр вещества.

Распад нейтрона с вылетом нейтрино осуществляется в атомных реакторах. Продукты этого, как и всех других, превращений остаются в реакторе, в крайнем случае застrevают в бетонной защите. Все, кроме нейтрино. Для этого всепроникающего бродяги тюремных стен не существует. Реактор большой мощности — в 300 тысяч киловатт — каждую секунду выбрасывает 10 миллиардов миллиардов таких частиц. На расстоянии 10 метров от реактора каждый квадратный сантиметр пространства пронизывают ежесекундно 10 тысяч миллиардов нейтрино. Это очень ощутимая концентрация частиц.

И вот рядом с реактором американские физики Рейнс и Коуэн установили цистерну с веществом, содержащим большое количество водорода. Вы помните: ядро водорода — это одинокий протон, элементарная частица микромира. С ним-то и должны были реагировать нейтрино.

При этом возникают нейтрон и позитрон. Мгновенная гибель позитрона дает вспышку света, которая регистрируется фотоумножителями. Нейтрон, проблуждав некоторое время и замедлившись, неизбежно влияется в атом вещества и тоже вызывает выброс фотонов. Таким образом, каждый случай взаимодействия нейтрино с протоном дважды регистрируется фотоэлектронными умножителями.

Совсем не просто провести такой опыт! Достаточно сказать, что подготовка его заняла более пяти лет. Но он мог дать ученым точное подтверждение существования нейтрино. Легко представить себе, с каким волнением ждали физики желанных щелчков счетчиков фотоумножителей. И они засвидетельствовали: нейтрино существует.

Позже другими, не менее хитроумными опытами учёные показали, что имеются даже две пары: нейтрино и антинейтрино. Это уже целое семейство удивительных элементарных частиц.

Будем ли мы знать о нейтрино больше, чем знаем сейчас? Сможем ли установить его свойства, характер, наконец, строение?

Да, безусловно. Но, видимо, только тогда, когда будут найдены способы регистрировать присутствие нейтрино хотя бы так же, как регистрируют прохождение других заряженных частиц счетчики Гейгера — Мюллера. Тогда, когда учёные смогут следить за его полетом, как следят за полетом протона в пузырьковой камере.

Больше того. Рано или поздно люди научатся управлять потоками нейтрино, как сейчас в радиолампах они дирижируют потоками электронов. И тогда нейтрино станет служить людям.

О том, что принесёт эта служба, сейчас смешно и наивно гадать. Может быть, околосветовые скорости полета межгалактических ракет. А может быть, нечто такое, о чём мы и мечтать сегодня не можем, как не могла мечтать Шехерезада об экране домашнего телевизора...



Но вернемся к нейтринному окну в мир.

Да, без сомнения, появление третьей сестры в семье астрономических наук — дело ближайшего времени. Вероятно, она откроет людям более интересные вещи, чем оптическая астрономия и радиоастрономия, вместе взятые. Ведь и видимые, и радиолуки приносят на Землю сведения только о поверхностях космических тел.

А нейтрино рождается в ходе ядерных реакций, в глубочайших недрах Солнца, звезд, может быть, некоторых планет. И тут же покидает свою колыбель. Конечно, оно несет ту или иную информацию о месте своего рождения. Для нейтринной астрономии сверхплотные и сверхгигантские звезды окажутся более прозрачными, чем если бы они состояли из разреженных облаков чистейших газов.

Нет, потоки нейтрино, излучаемые звездами, отнюдь не слабы и раз-

режены. У некоторых звезд энергия нейтринного излучения даже может намного превышать их светимость в видимых лучах.

Нейтринная астрономия позволит подробно разобраться и в жизни глубоких недр нашего дневного светила. Увидеть внутренние области Солнца, получить сведения об идущих там ядерных реакциях.

Нейтринное излучение Солнца также достаточно мощно. Нейтрино уносят около 5 процентов всей излучаемой им энергии.

Ну, а родная планета? Разве мы так уж много знаем о строении ее недр? А ведь и в них — на разных глубинах — вершатся, наверное, процессы, сопровождающиеся вылетом нейтрино. Не обратятся ли нейтринные телескопы не только к Солнцу, звездам, но и к сердцевине Земли?

А вот еще одна возможность будущей нейтринной астрономии. Но о ней мне хочется сообщить словами известного советского ученого Бруно Максимовича Понтекорво, впервые сформулировавшего и впервые поставившего эту задачу:

— Могут ли наблюдения с Земли сказать нам, существуют ли антины? Пусть мы видим какое-то небесное тело и хотим узнать, из вещества или из антивещества оно состоит. Наблюдение света и вообще электромагнитных волн никак не может дать ответа на этот вопрос. Свет, испускаемый, скажем, атомом водорода, тождествен свету, испускаемому атомом антиводорода. Ведь фотоны — истинно нейтральные частицы: они не имеют никаких зарядов и не отличаются от своих античастиц. А как обстоит дело с нейтринным излучением? Мы уже видели, что Солнце испускает нейтрино, а не антинейтрино. Это же относится и к любым звездам, где основной источник энергии — термоядерные реакции превращения водорода в гелий. Теперь представьте себе «антисолнце», внутренние процессы которого аналогичны солнечным. Это значит, что источником энергии там служит превращение антиводорода в антигелий. Такие антисолнца дадут свет, не отличимый от света Солнца. Однако они будут испускать антинейтрино, а не нейтрино. Можно представить, какие перспективы открываются перед нейтринной астрономией.

Но еще раз: все это станет возможным тогда, когда нейтрино превратится из таинственного неуловимого незнакомца в послушного помощника человека. А это время обязательно настанет!

НОВАЯ ТАЙНА НЕЙТРИНО

Все, что здесь написано о нейтрино, было безусловно верно лет десять назад. Ну, а сегодня? Развеялся ли флер тайн, окружающих эту загадочную частицу? Стала ли она понятнее?

Еще в 1968 году американский физик Р. Девис решил провести дерзкий опыт — «поставить градусник» самому Солнцу, причем не поверхностному слою, температура которого давно измерена, а той его сердцевине, где царствует температура выше 15 миллионов градусов и где вершится одна из реакций углеродно-азотного термоядерного цикла — бороберилиевая, сопровождающаяся вылетом нейтрино.

Девис поместил 390 кубических метров хлорсодержащего вещества глубоко на дно заброшенной шахты. Это было сделано для того, чтобы

исключить влияние «фоновых реакций», вызываемых космическими лучами. Нейтрино обладают способностью хотя и очень редко, но взаимодействовать с одним из изотопов хлора, превращая его в аргон. Затем в ходе опыта следовало отделить нестабильные атомы аргона и пропустить их через специальный счетчик, регистрирующий их распады с достаточно высокой точностью.

Ученый рассчитал, что если во внутренних областях Солнца температура более 15 миллионов градусов, при которых идет вышеназванная боро-бериллиевая реакция, то во взятом им объеме хлора будет протекать одна реакция в сутки. Все казалось четко сбалансированным.

Прошло 35 суток. Аппарат зарегистрировал не более, чем пять проагировавших с хлором солнечных нейтрино. В семь раз меньше, чем должно было быть! Во второй серии наблюдений в течение такого же срока было зарегистрировано еще меньше солнечных нейтрино: не больше четырех!

Девис всерьез занялся своим аппаратом. Ему удалось резко снизить мешающий фон. Он использовал сверхчистые вещества. Ряд лет продолжалось такое совершенствование. Одновременно большую работу провели и физики-теоретики. Они неоднократно проверили все возможные нюансы ожидаемой реакции, все причины, которые могли бы вызвать снижение количества потока нейтрино. Но и эти совместные усилия не смогли спасти положение: приборы Девиса по-прежнему фиксируют едва четверть тех нейтрино, которые по расчетам должно излучать Солнце. В чем тут дело?

Вероятнее всего, температура солнечных глубин не достигает 15 миллионов градусов, а следовательно, и углеродно-азотный термоядерный цикл, который большинство ученых считают ответственным за горячую службу Солнца, не является главным источником его энерговыделения.

Почему? Потому ли, что весь объем Солнца непрерывно перемешивается, так что внешние, остывшие, слои его охлаждают внутренние? Или охлаждающее влияние связано с разбавлением ядерного горючего легким изотопом гелия? Или недостаток температуры объясняется параллельным ходом других ядерных реакций? Пока ответа нет. Но начатый опыт продолжается. Физики надеются, что им удастся установить, какова же действительная температура в центре Солнца.

Некоторые ученые полагают, что первый опыт работы нейтринного телескопа, первая попытка заглянуть в третье окно земной атмосферы, принесли только «негативные» результаты. Они основываются на несовпадении теоретической расчетной температуры Солнца с действительной, оказавшейся ниже 15 миллионов градусов. Но разве этот результат «негативный»? И каким еще способом можно было бы «поставить градусник» центральным областям Солнца?..

ПРОГУЛКА ПО АНТИМИРУ

Помимо электрона, нейтрона и нейтрино, некоторые другие элементарные частицы уже служат человеку. Протоны нередко используются в качестве снарядов ядерной артиллерии. Заряд, который несет эти час-

тицы, позволяет легко разгонять их в переменном электромагнитном поле. Потоки фотонов покорно выполняют распоряжения, отдаваемые линзами и призмами оптических приборов. Кванты электромагнитного поля выполняют бесчисленное количество работ. Но о квантах и фотонах будет еще разговор в специальной главе этой книги.

Интересное применение, видимо, ожидает пи-мезоны. Они обладают рядом своеобразных свойств. Одно из них состоит в том, что дальность их «пробега» может быть четко определена — не больше и не меньше заданной. Второе их важное свойство — способность при этом пробеге не терять больших количеств энергии на ионизацию. Зато, останавливаясь, поглощаясь ядрами, они выплескивают залпом огромные свои запасы. Представьте, насколько целесообразнее облучать злокачественную опухоль, растущую в организме человека, пи-мезонами, чем рентгеновыми, например, лучами. Сфокусировав, нацелив поток пи-мезонов прямо в центр опухоли, мы лишь незначительно повредим окружающую ткань, обратив всю мощь нашего залпа на зловещее новообразование. Кстати, за рубежом первые такие опыты уже сделаны.

Нашли себе дело и мю-мезоны. Их особые качества пригодились для исследования хода ряда химических реакций.

Иные элементарные частицы и доныне, так сказать, индивидуально бездействуют (они служат человеку в общей массе материи). А иные из них еще очень редки. Открыта в Дубне группой молодых ученых элементарная частица — ее полное наименование анти-сигма-минус-гиперон — была получена бомбардировкой протонами бериллиевой мишени в количестве всего нескольких штук. Ну как же говорить о работе этой несравненно более редкой, чем белая ворона, частицы?

Вспомните периодическую систему элементов Д. И. Менделеева. И сегодня еще «не занятые» кое-какие обитатели ее клеток. Одни — из-за своей «的独特性» в природе, другие — из-за отсутствия резко выраженных полезных свойств. А ведь даже сверхредкие тербий или лютеций химики имеют в куда больших количествах, чем физики — отдельные элементарные частицы.

Только наступает время машин, аппаратов, приборов, где станут трудиться на человека мезоны и гипероны, позитроны и нейтрино. Только их детали, да и то в самых общих чертах, могут представить себе учёные.

Вернемся к удивительному факту, бегло отмеченному в предельно сжатом описании «мира больших странностей», открывшем эту главу. Каждой элементарной частице соответствует ее зеркальный двойник: электрону — позитрон, протону — антипротон, нейтрону — антинейtron и т. д.

Античастицы практически не могут существовать у нас. Ведь первое же столкновение античастицы с аналогичной ей частицей приводит к катастрофе. Обе превращаются в пучок разлетающихся в разные стороны фотонов и квантов. Происходит взрыв. А не столкнуться со своим зеркальным двойником появившаяся частица не может. Слишком много кругом ее этих антагонистически настроенных двойников. Лишь антинейтрин, кажется, спокойно соседствует с нейтрином, но слишком мы мало

знаем об этом семействе частиц, чтобы пытаться объяснить эту особенность их поведения. И разговор сейчас пойдет не о нейтрине.

Можно ли представить атомное ядро, состоящее из антипротонов и антинейтронов? Можно ли представить атом, в котором вокруг такого ядра вращаются позитроны?

Физики не видят ничего невозможного в этом предположении. Им не известны законы природы, которым бы оно противоречило. Мало того, в марте 1965 года американские ученые получили ядро антидейтерия — ядро атома тяжелого антиводорода. Оно состоит из двух античастиц — антипротона и антинейтрона.

В 1968 году, как уже отмечалось, вскоре после запуска знаменитого Серпуховского ускорителя, были синтезированы первые ядра антигелия. Они еще сложнее, чем ядра антиводорода: в них по два антипротона и по одному антинейтрону.

Вероятен и целый мир, построенный из антивещества. Планеты, звезды, галактики. И культуры, созданные мыслящими существами на планетах этих галактик.

Не надо только употреблять неправильный термин — антиматерия. Мир античастиц так же материален, как и наш мир. В нем протоны, нейтроны, электроны будут столь же диковинными гостями. А вот кванты электромагнитного поля и там будут точно такими же, как у нас. У этих частиц нет антиподов. Точнее, физики считают, что в них неразрывно соединены свойства и частиц, и античастиц сразу.

О том, есть ли антизвезды, антигалактики, сегодня можно только гадать. Видимо, успехи нейтринной астрономии — науки, основоположником которой является Б. М. Понтекорво, дадут ответ на этот вопрос. Но даже если антивещества и нет в достаточно больших количествах в нашей Вселенной, ученые сумеют получать его искусственно.

Это будут великолепнейшие победы науки в микромире! О них будут писать не меньше, чем о победах в космосе. Тем более что диалектическое единство материи неизбежно свяжет открытия в микромире с открытиями в мегамире звезд и галактик. Газетные полосы украсят такие аншлаги:

...Синтезирован антибериллий!

...Изготовлены первые килограммы антититана, антиванадия, антихрома!

...Проведенные в НИИ антивещества исследования подтвердили предположение о полном соответствии качеств полимеров, синтезированных из антиатомов, нашим обычным полимерам. Был изучен большой класс веществ.

...Сложные белковые молекулы, ролившиеся в лаборатории органического антивещества, проявляют несомненные признаки жизни.

...Первый ракетный двигатель, работающий на антивеществе, успешно прошел испытания в межзвездном пространстве за орбитой Плутона. Длившиеся по земному времени 204 дня 8 часов, они показали абсолютную надежность двигателя. Была достигнута и погашена скорость в $\frac{4}{5}$ световой скорости! Таким образом, проблема межзвездных полетов решена!..

Остановимся на работе такого двигателя межзвездных сообщений.

Прежде всего о его топливе. Это — антивещество и вещество. В современных нам ракетах, позволивших человеку впервые в истории выйти в космическое пространство, горючее и окислитель содержатся в разных баках. Так же в разных отсеках звездолета будут сохранять вещество и антивещество. Если горючее и окислитель случайно смешиваются — следует взрыв. Сообщения о таких катастрофах на мысе Кеннеди нередко облетают мировую печать. Еще страшнее, если преждевременно соприкоснется антивещество с веществом... Произойдет аннигиляция, выделение огромных количеств энергий, взрыв несоизмеримо более мощный, чем взрыв водородной бомбы.

Судите сами.

Один килограмм обычного топлива — «условного» каменного угля — при полном сгорании выделяет 7000 килокалорий тепла.

Один килограмм ядерного горючего дает в три миллиона раз больше энергии — 20 000 000 000 килокалорий!

Термоядерный синтез — еще более емкий источник энергии. Килограмм «сожженного» изотопа водорода порождает 150 000 000 000 килокалорий.

Используемое в качестве горючего антивещество перекрывает и этот рекорд. При его «горении» должно выделяться 21 500 000 000 000 килокалорий энергии!

Да, антивещество надо будет очень тщательно оберегать в полете! По всей вероятности, его можно будет окружить электромагнитными полями, «завернуть в магнитные поля» — может быть, будут говорить инженеры будущего. Рассказывают, что висит же в воздухе, удерживающий магнитами, железный гроб Магомета. Почему же не сможет так висеть в вакууме «бака» звездолета его горючее — «антижелезо»?

Горючее и окислитель современных космических ракет впервые встречаются в камере сгорания ракетного двигателя. Идет бурная реакция, выделяется огромное количество тепла, и газы горения устремляются, все ускоряя свой бег, сквозь расширяющееся сопло. Отдача этих газов, подобная отдаче выстрелившего ружья, и толкает вперед ракету...

Но какой же материал выдержит миллиардоградусные температуры такой сверхреакции? Этого не знает ни наука, ни природа. И все-таки обуздать столь невообразимое пламя можно. Камеру, в которой будет осуществляться аннигиляция, сформируют, образуют из электромагнитных полей. Она будет подобна тем «магнитным бутылям», «магнитным ящикам», в которых ученые сегодня держат «горячую плазму», имеющую температуру в десятки и сотни миллионов градусов.

Итак, по магнитным «трубопроводам» антижелезо подадут к магнитной «камере сгорания». Туда — по другому трубопроводу — поступит и обычное железо. На последнем этапе пути, перед самой «камерой сгорания» металл и антиметалл превратят в пар. И струи этих паров ринутся навстречу друг другу...

Два куска — вещества и антивещества — могут и не прореагировать до конца, если, предположим, они столкнутся в пространстве. Реакция захватит только поверхностные слои в точке соприкосновения. И сила

начавшегося взрыва разбрасывает в разные стороны части непрореагировавшей сверхсильной взрывчатки. Совершится то, чего так боялись создатели первой урановой бомбы: реакция замедлится, прервется, и ее энергии хватит лишь на то, чтобы развалить радиоактивные детали устройства на десятиметровом пятаке под башней...

Чтобы такого не случилось, и будут вбрызгивать в магнитную камеру звездолета предельно раздробленное вещество. Тогда как можно большей будет поверхность соприкосновения частиц...

В переплетении аннигилирующих струй веществ-антагонистов рождаются невиданной плотности потоки фотонов и квантов электромагнитного поля. Скорость их движения — с момента возникновения — предельная скорость света в пустоте. И они неистово фонтанируют. На расстоянии в миллиарды километров увидят жители космоса созданную дерзкой волей людей искусственную звезду.

Но породить эту звезду мало. Надо уметь управлять ее энергией.

Магнитная камера сгорания находится далеко за кормой звездолета. А между бушующим в пространстве атомным костром и звездолетом устанавливают гиперболическое зеркало, поверхность которого будет обладать идеальной отражательной способностью.

В фокусе этого гиперболического зеркала и будет сгорать антивещество. Так же как в гиперболическом зеркале обычного прожектора пылает электрическая дуга.

Четко организованным, узким, как игла, будет и выхлопной луч звездолета. Ударяя в поверхность зеркала, фотоны света образуют силу, которая бросит звездный лайнер в неоглядную тьму космоса...

Правда, во всем этом есть одна серьезная недоговоренность. Вещество, которое выдержало бы яростную атаку потоков света такой силы, не менее трудно изобрести, чем и вещество для аннигиляционной камеры сгорания.

Ведь лучшие серебряные зеркала обеспечивают отражение до 98 процентов падающей на них лучистой энергии. 2 процента они поглощают. И если даже мы повысим отражательную способность еще в тысячу раз, то есть лишь десятитысячные доли падающей энергии не сможет отразить зеркало звездолета, оно в первые же секунды работы двигателя испарится до последнего атома.

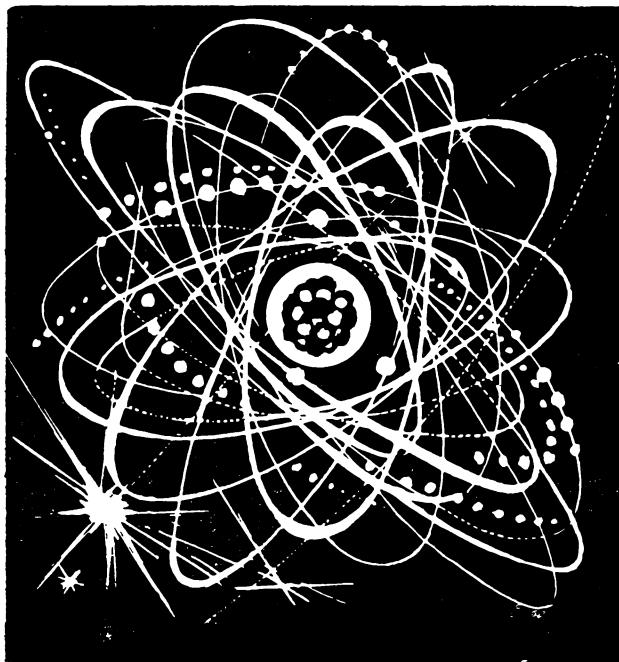
И все-таки не может не быть выхода из тупика. Немецкий физик Эуген Зенгер, первым высказавший идею такого межзвездного корабля, проведший первые расчеты его конструкции, предложил в качестве материала для зеркала использовать облако электронов, находящихся в особом состоянии. Это электронное облако и сможет обеспечить абсолютное отражение всех падающих на него лучей.

Смотрите, каким непохожим получается аппарат на известные нам устройства! В нем работают элементарные частицы, антивещество, электронные облака, магнитные бутыли... Детали, которые позволит создать растущая власть человека над материей.

...Гигантский звездолет построят, конечно, не на Земле, а где-нибудь в поясе астероидов. Оттуда и двинется он в назначенный миг к одной из ближайших нашему Солнцу чужих планетных систем...

3

ГЛАВА



ATOM

II

однимемся на ступень вверх — из мира микрочастиц в мир атома.

Атом — уже принципиально иное, чем элементарная частица, организованное по другим законам природы объединение материи. И дело не только в том, что объектом нашего повествования будут элементы примерно в 10 тысяч раз большие, чем в предыдущей главе. Атом обладает и совершенно отличными от них качествами.

Из различных комбинаций атомов составлены молекулы всех веществ. Из атомов сложены кристаллы. Но людям, хотя и нечасто, приходится иметь дело, так сказать, с чистыми атомами. Например, электрическая лампочка наполнена аргоном или криptonом. Оба эти газа почти никогда не вступают в химические соединения. Они находятся только в атомарном состоянии.

Природа Земли содержит около 90 различных видов атомов, не считая изотопов. Примерно полтора десятка атомов люди создали искусственно. Таким образом, сегодня в периодической таблице Д. И. Менделеева «прописано» 105 жильцов. Это — элементы, мельчайшими частичками которых, пределом физического дробления которых и являются атомы.

ЛАБОРАТОРИЯ, В КОТОРОЙ ВСЕ МОЖНО

Атомы — частицы настолько маленькие, что их не разглядеть в микроскоп. Но нам это просто необходимо. Поэтому представим себе, что мы находимся в физической лаборатории, в которой все можно. В которой можно подвергнуть вещество любому — самому немыслимому! — сжатию, нагреву или охлаждению, действию сверхсильного электромагнитного поля, облучению теми или иными частицами и лучами... Ну и, конечно, в которой особого труда не составит увидеть атом. Тем более, что мы уже «пользовались» подобным микроскопом.

Итак, вот он, атом — пульсирующее, какое-то очень туманное и очень неспокойное образование.

Всматриваемся внимательнее. В самом центре — грушевидной формы ядро. Мы знаем, оно состоит из протонов и нейтронов, прочно связанных мезонным полем. Количество протонов, содержащихся в ядре, определяет порядковый номер атома в периодической таблице Д. И. Менделеева и показывает, с каким элементом мы имеем дело.

Непросто в этом непрерывно мерцающем облачке — ядре атома, лежащем на предметном столике нашего сверхмикроскопа, — сосчитать число протонов. Броде бы шестнадцать, но может быть, пятнадцать, если один и тот же протон подвернулся нам дважды. Или даже семнадцать, если мы одного не заметили. Да, определение не очень точное... Ведь если протонов шестнадцать — нам попался атом серы. Если их пятнадцать — совершенно не похожий на серу фосфор. А если их семнадцать — перед нами атом ядовитого газа хлора... Вот, оказывается, к какому резкому изменению всех свойств приводит появление лишнего протона в ядре атома!

Нейтроны нам удалось подсчитать точнее — их девятнадцать. Но столько содержат изотопы и фосфора, и серы, и хлора... По одному этому признаку трудно установить что-то определенное. И все-таки попробуем... Уже почти минуту рассматриваем мы атом. Если бы это был изотоп фосфора, состоящий из пятинадцати протонов и девятнадцати нейтронов, он уже взорвался бы — период полураспада этого изотопа всего около 12 секунд. А вот хлор это или сера — сказать нельзя. Изотоп серы с таким числом нейтронов «живет» 87 дней, а хлора — даже 420 тысяч лет... Мы не сможем ждать так долго...

Но вывод мы сделаем: ядра изотопов одного и того же элемента отличаются друг от друга количеством нейтронов. Оно и определяет в значительной мере устойчивость изотопа, продолжительность его «жизни».

А теперь присмотримся к пульсирующим вокруг ядра туманным облачкам — электронам. Да, они находятся на разных орбитах, расположенных на разных уровнях... Не будем вдаваться в детали строения — обратим внимание только на самые удаленные от ядра электроны. Их шесть. Значит, это все-таки сера. Ведь заряд ядра должен быть уравновешен зарядом электронов, иначе атом не будет нейтральным. Количество электронов на внутренних уровнях строго определено, и лишь на самом дальнем уровне — незаполненном — количество этих стремительно проносящихся частиц может быть разным у соседних в таблице Менделеева элементов. Зная, что на внутренних уровнях у всех трех — фосфора, серы и хлора — имеется по десяти электронов, прибавим к ним шесть, полученных нами при подсчете, и выясняем, что в ядре атома содержится шестнадцать протонов. Значит, он занимает шестнадцатое место в таблице, и мы уверенно говорим: сера!

По строению атома мы в состоянии судить о свойствах элемента, который состоит из атомов этого вида. И то, сколь охотно или неохотно вступает он в химические соединения. И то, металл это или неметалл... Но в лаборатории, в которой все можно, слишком много соблазнов и помимо сверхмикроскопа.

Вот, например, установка, в которой вещество нагревается до любой температуры и охлаждается чуть ли не до абсолютного нуля. При этом одновременно его подвергают воздействию давления любой величины. Стоит посмотреть, как ведет оно себя в зависимости от изменения физических условий.

Кладем на предметный столик установки кусочек вещества... Какого? Это, пожалуй, безразлично. Только условимся, что это — простое вещество, состоящее из атомов одного типа. А еще лучше — подвергнем испытаниям целый ряд различных элементов, не будем их даже перечислять. Вот уже стоят они в ряд, каждый в отдельной пробирке или чашечке на предметном столике. Задвигаем его в аппарат. Образцы теперь отделены от нас толстым прозрачным экраном... Начнем со сверхнизких температур... Устанавливаем стрелку индикатора на крайнем делении. Одна тысячная градуса выше абсолютного нуля! Стекло экрана на мгновение покрывает налет изморози. Веет холодом... Но включаются специально предназначенные механизмы — и все возвращается к нор-

мальному состоянию. Исчезает изморозь, экран снова становится прозрачным.

Там, за этим стеклом, — нестерпимый, немыслимый мороз. Мороз, от которого не только застыла бы кровь в жилах, но от которого прекращается само движение атомов. Атомы почти застывают на своих местах. Правда, в природе, видимо, нет таких низких температур. Только человек сумел приблизиться к абсолютному нулю. Это пока один из немногих рекордов в соревновании с природой, который прочно принадлежит человеку.

Начинаем наши наблюдения. За отделяющим нас от сверхмороза прозрачным экраном ближе всех лежит в лабораторной фарфоровой чашечке кусочек молибдена. Вроде бы внешне он не изменился. Сохранил прежнюю форму. Поблескивают тускло грани его кристаллов. Но это только первое, так сказать, поверхностное впечатление. В действительности многие вещества приобретают при таких температурах совершенно новые и совершенно неожиданные качества. И наверное, приобрел их и этот кусочек молибдена.

Достанем из аппарата стальную пружину от часов — и она лежала среди других образцов, подвергаемых охлаждению. Только не касайтесь ее руками, можно обжечь кожу. Пытаемся разогнуть пружину. Хлоп! — она неожиданно ломается. Какой хрупкой становится сталь!

Вынимаем свинцовую пластинку. Она случайно выскакивает из щипцов — падает на кафельный пол. Слышен звонкий звук удара, пластинка подпрыгивает. Мягкий свинец стал удивительно упругим! Колокольчик, изготовленный из него, зазвонил бы нежным «серебряным» звоном.

Извлекаем шарик замерзшей ртути — и тоже роняем на пол. Он подскакивает, ударившись о твердую поверхность кафеля, как подскакивает стальной шарик подшипника.

Ну, а жидкое вещества? Их нет, все жидкости замерзли. Вот краснобурый кирпичик единственno жидкого неметалла фтора. Замерзли и газы... Вот голубоватые кристаллы кислорода, которым мы дышим, без которого невозможна жизнь. Вот прозрачная льдинка твердого водорода.

И лишь в одной плотно закрытой колбе вещество осталось в жидкое состоянии. Этикетка сообщает — это гелий, для затвердевания которого недостаточно только одного охлаждения. Его надо подвергнуть еще и воздействию повышенного давления. Что ж? В нашей лаборатории это нетрудно сделать. Двадцать шесть атмосфер... Довольно! Перед нами бесцветные кристаллы твердого гелия. О, это большая редкость, далеко не всем физикам удавалось видеть твердый гелий. Впервые его получил только в 1926 году голландский ученый В. Кеезом.

Сбрасываем давление... И жидкий гелий — очень интересная вещь. Его свойства прямо-таки волшебны. Стоит его охладить ниже 2,18 градуса абсолютной шкалы температур, как он резко изменяется, становится буквально неузнаваем. Настолько неузнаваем, что ученые называют жидкий гелий при температуре выше этой гелием-1, а ниже — гелием-2.

Проведем только один опыт. Зачерпнем в нашем герметично за-

крытом сосуде маленькой чашечкой жидкий гелий-2 (и для таких манипуляций есть в нашей лаборатории специальные устройства). Зачерпнем полную чашечку — до краев! Но что это: едва мы извлекли ее из гелия-2, как он начал выливаться обратно! Пленка гелия-2 ползет по внутренним стенкам чашечки вверх, точно это вещество и понятия не имеет о законе всемирного тяготения! Пленка «переползает» через края чашечки, убегает вниз, и удивительная жидкость капает обратно, в колбу. А наша чашечка уже пуста...

Впрочем, о гелии-2 вы при желании можете подробнее узнать из других источников. Нас сейчас больше интересуют общие закономерности. И, оглядывая весь ряд образцов элементов, стоящих за прозрачным экраном аппарата, мы можем утверждать, что, во-первых, при сверхнизких температурах наиболее устойчивым состоянием вещества является твердое. Только гелий может оставаться в этих условиях жидким. Во-вторых, понижение температуры у ряда элементов вызывает скачкообразное изменение некоторых свойств. Примером может служить хотя бы тот же гелий. При переходе через «роковую» для него температуру в 2,18 градуса абсолютной шкалы вдруг изменяются его теплоемкость, вязкость, скорость распространения звука в нем и т. д.

Кстати, для того чтобы еще раз подчеркнуть, как взаимозависимо все в природе, заметим, что не все атомы гелия способны испытывать такие превращения качеств. Нет, гелием-2 становится только тот изотоп гелия, в ядре которого два нейтрона. Другой изотоп, содержащий один нейtron, никаких особых изменений при охлаждении — хоть до абсолютного нуля! — не претерпевает.

Но резкая смена свойств основного изотопа гелия близ абсолютного нуля — не исключительная особенность этого элемента. И многие металлы так же резко, скачком, меняют иные из своих качеств. Так, например, та же ртуть при температуре 4,12 градуса абсолютной шкалы обнаруживает внезапно электронную сверхпроводимость. Этот металл перестает оказывать какое бы то ни было сопротивление идущему по нему электрическому току. В кольце из ртути раз пущенный электрический ток будет циркулировать практическиечно. Да и не только в ртутном кольце. 23 чистых металла — уже установлено — обладают этим свойством. Среди них алюминий и титан, цинк и свинец, ванадий и уран.

Но надо продолжать наши исследования — ведь столько непредвиденных возможностей дает лаборатория! Совершим же путешествие от абсолютного нуля вверх к предельно высоким отметкам шкалы температур. Предельно высоким? А разве есть и верхний предел? Да, есть. И мы постараемся подойти к нему как можно ближе.

Начинаем медленно поворачивать стрелку указателя температур. Один градус абсолютной шкалы... Три градуса... Десять градусов... Уже ни один металл не обладает сверхпроводимостью. Последним — при 7,26 градуса — потерял ее свинец. Давно — еще при 4,2 градуса — закипел и перешел в газообразное состояние гелий. Еще поднимем температуру... 14 градусов — расплавилась льдинка водорода. 20 градусов — закипела прозрачная жидкость, и водород тоже превратился в газ. Тридцать, сорок градусов... В неподвижно лежащих кусочках вещества про-

исходят незримые превращения. Все энергичнее становятся колебания атомов. Это они-то и разрушают при плавлении элемента кристаллические решетки твердых веществ. Это они разрывают силы молекулярного сцепления при кипении жидкостей. Только что бывшие почти совершен но неподвижными (конечно, мы имеем в виду только их «тепловое» движение — сами атомы при этом не подверглись никаким изменениям, внутриатомные движения, пульсация электронов и частиц ядра ни на йоту не уменьшились под влиянием охлаждения), атомы начинают словно бы «пританцовывать» на своих местах в кристаллических решетках.

А знаете ли вы, почему так трудно было заморозить гелий, почему вслед за ним прежде всех других элементов растаял и испарился водород? Потому, что у наименее сложно устроенных атомов внутреннее движение составляющих элементарных частиц более всего отражается и на их тепловом движении... Так, пассажиры лодки, затеявшие в ней визию, могут ее сильно раскачать и даже перевернуть. Но сколько угодно могут бесноваться пассажиры в трюме парохода. Даже не дрогнет его могучая громада.

Еще поднимаем температуру. Незримо для нас перестраиваются кристаллические решетки. При 55 градусах плавятся похожие на драгоценные камни глубокого синего цвета кристаллы кислорода. Еще десять градусов вверх... Плавится азот. При 77 градусах азот начинает кипеть. Еще вверх. 90 градусов... Кипит голубая, как небо, жидкость — кислород.

Поднимаясь вверх по этому участку шкалы температур, мы как бы совершаляем стремительный полет от крайних, тонущих в вечном мраке планет нашей солнечной системы — Плутона и Нептуна — к центрально му светилу. На далеком Нептуне температура не превышает 80 градусов абсолютной шкалы. Еще ниже она на Плутоне. Вот там существуют, видимо, скалы из этого волшебной красоты голубого камня — кислорода, прозрачные глыбы твердого азота... На Уране — температура 100 градусов абсолютной шкалы... Еще могут быть там под повышенным давлением метаново-водородных атмосфер и скалы и реки из жидкого кислорода и азота, могут плавать облака из парообразного кислорода... На Сатурне температура повышается до 120, а на Юпитере — до 135 градусов абсолютной шкалы... Мертвые, насквозь промороженные миры. Но снова взглянем за прозрачный экран нашего прибора.

В камере аппарата уже полностью сформировалась атмосфера, пригодная по химическому составу для дыхания. Но температура ее еще очень низкая, и один вдох этого промороженного воздуха смертельнее самого сильного яда. Только в неактивном состоянии может живое выдерживать такие градусы. Они не всегда губительны для спор бактерий и плесени, семян растений, да и некоторых высших растений, коловраток, тихоходок, нематод... Не всегда губительны в том смысле, что подвергнутые такому охлаждению и вновь возвращенные к обычным условиям продолжают развиваться эти растения, прорастают семена, оживают коловратки... Но нет ничего живого на Земле, что могло бы жить при этих температурах. Может быть, исследования планет, для которых такие сверхтрескучие морозы — обычное состояние, внесут поправки в это

положение... Но вдохнуть этот только что образовавшийся из жидкого газов воздух — нельзя! Это — смертельно!

Еще поднимаем температуру, все ближе и ближе приближаясь к нашему «домашнему» участку... 150 градусов. 200 градусов... Кстати, самая низкая из наблюдавшихся на Земле температур — минус 88,3 градуса по стоградусной шкале — была зафиксирована советскими учеными в Антарктиде. По абсолютной шкале — это 184,9 градуса. Значит, мы уже вступили в область земных температур...

Еще вверх. Плавится первый металл — 234,3 градуса абсолютной шкалы. Впрочем, в этой области привычнее замерять температуры по шкале Цельсия. Значит, мы прошли температуру минус 38,9 градуса — точку плавления ртути. Осталось совсем немного... Плавится вода... 273,2 градуса по шкале абсолютных температур. Ноль градусов по принятой у нас стоградусной шкале... Сделаем короткую остановку.

ПУТЕШЕСТВИЕ К ВЕРХНЕМУ ПРЕДЕЛУ

Оглянемся вокруг, посмотрим на окружающий нас мир.

Воздух, которым мы дышим, атмосфера, на дне которой живем, — это смесь нескольких газов, среди которых преобладают азот, кислород, углекислый газ. Вещество в газообразном состоянии — можем мы уже сказать, ибо видели все эти вещества и жидкими, и твердыми.

Прозрачная, холодная вода в стакане. Вода в реках, морях, океанах... Спирт, в котором растворено лекарство... Глицерин в пузырьке, в домашней аптечке. Все это вещества в жидкому состоянию.

А твердые вещества? Они очень разнообразны.

Специальный баллон, наполненный кислородом, вы не отличите от такого же баллона с водородом, азотом, углекислым газом, гелием. Все эти газы одинаково прозрачны, не имеют ни запаха, ни вкуса. Жидкости больше разнятся друг от друга, чем газы, но и они не могут соперничать в разнообразии с твердыми веществами... Среди них и прозрачное стекло, и мягкая пробка, и упругая сталь, и резко пахнущий нафталин, и красная медь, и сладкий сахар, и сверкающий алмаз... Кажется, что твердое состояние — все-таки самое устойчивое для вещества.

Но это действительно только кажется... И чтобы убедиться в этом, отправимся в дальнейшее путешествие по шкале температуры. Вверх.

Снова опущен прозрачный экран. Стоят за ним на предметном столике пробирочки, колбочки, чашечки с различным содержимым. Начинаем медленно передвигать стрелку вправо. 50 градусов... Это верхняя граница жизни в ее активной форме. Только некоторые растения и водоросли, привыкшие к горячей воде термальных источников, могут продолжительное время существовать, даже при несколько более высоких температурах. Да некоторые бактерии, споры, семена растений могут выдержать 90, 100, 120 градусов. И совсем в редких случаях — до 170 градусов... Возвращенные из этого пекла споры некоторых бактерий и плесневых грибков еще способны развиваться.

Как узка полоска приемлемых для живого температур! Менее ста

градусов на шкале, на которой и миллионы градусов еще не предел!..

Снова растут показатели... 100 градусов. Кипит вода. Вот этот-то промежуток — от температуры замерзания до температуры кипения воды — при нормальном давлении, разделенный на сто делений, и является основой общепринятой сейчас так называемой стоградусной шкалы температур...

Выше, выше... Плавятся металлы — индий, селен, свинец, олово... Мы перешагнули за 300 градусов... Еще дальше. 350... 500 градусов. Это область температур, которые господствуют на всегда обращенной к Солнцу стороне самой центральной планеты нашей системы — на Меркурии. Страшный, такой не приспособленный для жизни мир! Редкая атмосфера из инертных газов и водорода, образующегося из извергнутых Солнцем протонов, нашедших здесь свои электроны. Сверкающие металлическим блеском поверхности свинцовых и оловянных озер, лежащих среди раскаленных ноздреватых скал...

Вот уже плещется в своей фарфоровой чашечке жидкий алюминий — температура поднялась выше 650 градусов. Начинают светиться густым темно-вишневым цветом наши образцы за стенкой экрана. Только он по-прежнему прозрачен и прохладен... Не скоро появятся в лабораториях научных институтов такие совершенные приборы, как этот, с которым выпала фантастическая удача нам поработать.

Повышаем температуру... Темно-вишневое свечение сменяется светло-вишневым. Расплавились еще многие металлы. А иные уже закипели и превратились в пар.

Плавится железо... Температура 1535 градусов. Блеск светящихся предметов за прочным экраном становится нестерпимым. Впечатление, что мы, открыв дверцу, заглядываем в сталеплавильную печь. А экран по-прежнему остается холодным.

Опускаем предохранительный щиток. Видно все. Выше!..

Это область самых высоких температур, используемых человеком в промышленности. 1800 градусов — в доменной и мартеновской печах, более 2000 — в самой горячей части пылеугольного факела, в топке крупного парового котла. Сильнее иногда поднимают температуру в специальных электропечах.

Еще вверх... Плавятся самые «неподдающиеся» металлы — tantal, осмий, рубидий, молибден... Значит, температура перевалила за 2500 градусов, приближается к трем тысячам. Только добела раскаленный, пылающий как солнце кубик вольфрама продолжает оставаться твердым. Что ж? Ведь волосок электрической лампочки, изготовленный из этого металла, светится именно при 2800—3000 градусов. И вот начали оплавляться его четкие грани... Слепяще полыхающая жидкость растекается по предметному столику... 3370 градусов.

Давно размягчились и растаяли лучшие огнеупорные материалы. Расплылись магнезитовые, хромитовые, циркониевые кирпичики, которые тоже были среди наших образцов. Ведь их температуры плавления ниже трех тысяч градусов. И лишь одно вещество продолжает оставаться твердым в этом всеобщем плавлении и испарении. Это вещество, которому еще Циолковский предназначил работать в раскаленных стру-

ях газов космических ракет, абсолютный чемпион по огнеупорности — графит... Снизить сейчас температуру, извлечь его из огня — и он лишь с застывшими на гранях брызгами рубидия и вольфрама, не выдержавшими схватки с огненной стихией, выйдет неизменным, нетронутым из этого ада. Но... еще поднимем температуру.

3850 градусов. Сдается и графит. Не плавясь, он быстро превращается в пар. Повысим давление — и этот пар сконденсируется, густо-коричневой жидкостью расплывается по столику. Жидкий вольфрам и жидкий углерод — две самые горячие жидкости в мире — слились пламенными языками...

5900 градусов! Испаряется углерод... И вольфрам не может выдержать такого. Предметный столик пуст. Все вещества превратились в газ... Только в газ ли? Еще чуть «подбавим жару». Шесть тысяч градусов! Температура поверхности Солнца!

Снова короткая остановка.

В ЦАРСТВЕ ЗВЕЗДНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Газ — одно из агрегатных состояний вещества. Поднявшись на 6000 градусов от абсолютного нуля температур, мы убедились, что все вещества могут быть в твердом, жидком и газообразном виде. Во всех этих трех состояниях мы имеем дело с атомами.

А здесь, за стеклом волшебного прибора, химические соединения, даже самые прочные, не могут существовать. Они все разбиты яростным натиском температуры. Мало того, здесь почти нет и целых атомов. И они разбиты бесчисленными соударениями с соседними частицами. У них оторваны внешние электроны, вырваны куски внутренних электронных оболочек. Здесь движутся, хаотически сталкиваясь, то приобретая электроны, то вновь теряя их, заряженные обломки атомов. Перепрыгивают от одной частицы к другой, а то и просто блуждают одинокие электроны... При прыжках электронов с орбиты на орбиту, при их соударениях с частицами выбрасываются потоки квантов — они и порождают нестерпимое свечение этого солнечного вещества... А газ... Газ состоит из электрически нейтральных молекул или атомов. Газ не светится. Нет, это не газ.

Это плазма! Четвертое агрегатное состояние вещества. Резко отличное по своим свойствам от газа.

Судите сами.

Газы обычно отличные изоляторы. Например, воздух. Он не пропускает электрического тока. Это его свойство используется в конденсаторах переменной емкости — их можно увидеть в любом радиоприемнике. Алюминиевые пластины этого конденсатора разделяет только воздушная прослойка.

А плазма — великолепнейший проводник тока.

Газы, обладающие крайне малой теплопроводностью, — надежные теплоизоляторы. На зиму в окна домов вставляют вторые рамы. Нет, не тонкое второе стекло сохраняет в комнатах тепло, а слой воздуха

между рамами. И пальто и шубы греют не волокнами ваты и волосками меха, а благодаря воздуху, который удерживается в вате и мехе...

Плазма отличается невероятно высокой теплопроводностью. Нет подходящих аналогий, сравнений, чтобы это показать... Представьте себе провод длиной в сто километров, соединяющий телефонные аппараты двух друзей. Условимся, что теплопроводность этого провода такая же, как у высокотемпературной плазмы. Представьте, что в квартире одного из друзей произошел пожар и конец провода попал в огонь. Не исключено, что загорится и другой дом, ибо уже через несколько минут второй конец провода будет таким же раскаленным, как и тот, что погружен в пламя. Конечно, приводя этот очень условный пример, мы не учитывали теплоотдачи провода в окружающую среду. Но фантастически высокую теплопроводность плазмы он иллюстрирует неплохо.

Вещество в этом вот удивительном состоянии вихрится, трепещет, кипит за стеклом нашего прибора.

Когда, на какой степени нагрева, при какой температуре газ превратился в плазму? Как произошло это превращение? Сразу ли, как плавились металлы, медленно ли, как, становясь все мягче, все податливее, переходили в жидкое состояние аморфные вещества — стекло и некоторые огнеупоры?

Плазма появлялась медленно. Уже пламя спички — плазма, ибо и в нем уже ионизированы молекулы и атомы газов, и оно уже светится, и оно уже обладает хорошей электропроводностью. Но в пламени спички еще много и «непострадавших», целеных атомов. Поэтому такую плазму называют низкотемпературной. Чем выше температура, тем «чище» получается плазма.

...Снова прикасаемся к ручке прибора. Несмотря на опущенный первый предохранительный козырек, нестерпимо ярким становится полыхание в камере.

8000 градусов...

Эту температуру, на 2000 градусов превосходящую температуру поверхности Солнца, ученые умеют получать в реальных, а не фантастических лабораториях лишь на короткие доли мгновения. Делают это так. На тоненькую проволочку, соединяющую два электрода, обрушают гигантский электрический заряд, целую электрическую Ниагару. Металл проволочки превращается в газ, и не в простой, а в ионизированный. Но частицы его еще не успевают разлететься, он не успевает расширяться и продолжает проводить электрический ток. И еще и еще поднимается его температура, пока не разлетится полыхающее облачко «взорванного» металла. Это облачко плазмы имеет в течение нескольких мгновений температуру около 8000 градусов...

10 000 градусов...

15 000 градусов...

20 000 градусов...

И до этих температур, которые имеют поверхности некоторых горячих звезд, дотянулись ученые. Правда, лишь на миг рождаются они в приборах.

Прост вроде бы, как проста любая принципиальная схема, прибор, о котором идет речь. Это — стальная труба прямоугольного или круглого сечения диаметром сантиметров 10, длиной в несколько метров. Она разделена на две камеры тонкой металлической диафрагмой. Давление газа в первой камере поднимают до 100 атмосфер. Во второй понижают до тысячных долей атмосферы.

При разрыве диафрагмы газ устремляется в камеру низкого давления. Действуя как стремительный удар поршня, он сжимает находящийся перед ним разреженный газ. Волна сжатия превращается в ударную волну, распространяющуюся по камере низкого давления со скоростью, значительно превосходящей звуковую.

Ударная волна достигает дна камеры и отражается. Где-то она встречается со следующей за ней ударной волной. Происходит нечто вроде сложения волн. И в точке встречи всыхивает плазма звездной температуры — 20—25 тысяч градусов!

Еще поворачиваем ручку прибора.

50 000 градусов...

Только на поверхностях самых горячих звезд знаем мы эти температуры. Мы вступили в область, где еще не проложены даже первые тропки науки.

100 000 градусов...

500 000 градусов...

1 000 000 градусов...

Эту температуру тоже умеют получать люди. И тоже на краткий миг. В первый момент ядерного взрыва, когда область, ограниченная фронтом разлетающейся ударной волны, еще не велика, температуры там равны нескольким миллионам градусов. И при этом происходит разрушение одних атомных ядер и образование других. Даже и сверхпрочное ядро атома не выдерживает таких температур.

...Вот она, плазма ядерного взрыва, за стеклом экрана.

Впрочем, есть и другой способ. Он известен ученым, которые стремятся поставить на службу человеку энергию термоядерного синтеза.

Им удалось достичь температуры в 40 000 000 градусов. И удерживать ее в течение сотых долей секунды! Это — великое достижение советской науки! Ведь даже в центре Солнца, по расчетам, температура значительно ниже — несколько больше 15 миллионов градусов.

Так что же, в центре Солнца — тоже плазма?

Трудно даже представить условия, там существующие. В нашей земной обыденности нет никаких подходящих аналогий. Как, каким сравнением можно показать, что такое триллион — 1 000 000 000 000 атмосфер? При этом давлении раздавливаются электронные оболочки атомов... Плотность вещества достигает 100 граммов на кубический сантиметр — в 5 раз выше самого плотного на земле вещества — платины... Да еще вдобавок около 20 000 000 градусов температура... Как все это представить?

Но ученыe произвели соответствующие расчеты и утверждают: недра Солнца, самая центральная часть его, сохраняют все свойства плазмы. Она сжимаема, электропроводна, светится.

В массе этой плазмы и вершится превращение изотопов водорода в гелий — реакция, сопровождающаяся выделением колоссальных количеств энергии. Реакция, которая и питает неистощимую силу Солнца. Тайной этой реакции и хотят овладеть люди.

...Еще сдвигаем стрелки прибора, благо пока не исчерпана его шкала и есть куда двигаться дальше.

100 000 000 градусов...

50 000 000 000 градусов...

50 000 000 000 000 градусов....

Шкала кончается. Рукоять уперлась в красную черту. Точь-в-точь в такую же черту, какая обозначала нижний предел — минут 273 градуса...

Верхний предел температур? Чем же он определяется?

Может быть, тем, что все частицы сверхнакаленной плазмы имеют световые скорости, а ведь именно от скорости частиц зависит температура вещества в любом его состоянии?

Нет, это предположение неверно. Световая скорость — практически недостижимый предел для любых материальных частиц, кроме фотонов, квантов и нейтрино. При приближении к скорости света энергия, сообщаемая частице, начинает увеличивать ее массу. Все более массивную частицу ускорять становится все труднее. Расчеты показывают, что при световой скорости масса любой частицы должна стать бесконечно большой... Равной, скажем, всей массе нашей Вселенной... И даже больше, ибо масса нашей Вселенной все-таки имеет конечную величину.

Верхний предел температур определяется другим обстоятельством.

Уже при десятках миллионов градусов в достаточно плотной плазме начинают идти термоядерные реакции. Скорость ядер изотопов водорода достигает такой величины, что отталкивающего действия электрических зарядов оказывается недостаточно, чтобы предотвратить их столкновения. Столкнувшиеся ядра сливаются друг с другом, образуя ядра гелия, — и потоки фотонов разносят в стороны освобождающийся избыток энергии.

Да и другие взаимодействия между ядрами атомов и элементарными частицами уже возможны при этих температурах. В том числе и такие, в результате которых рождается нейтрино.

Мы говорили об этой частице, которую ничто удержать не может.

Так вот, чем выше поднимаемся мы по шкале температур, чем разнообразнее становятся ядерные реакции, тем большую долю энергии уносит с собой нейтрино.

При температуре плазмы в несколько миллиардов градусов, как бы ни был велик ее сгусток, хоть величиной с Бетельгейзе — знаменитую звезду из созвездия Ориона, имеющую диаметр в 350 солнечных диаметров, как бы ни был он изолирован, все равно температура его всего за несколько лет понизится в десять, а то и в сто раз...

Ну, а триллионы градусов уже просто практически невозможны.

Плазма будет терять тепло быстрее, чем ее можно разогреть любым самым фантастическим способом.

Вот он, верхний предел температуры, о котором догадались ученые в последние годы.

...Вниз по шкале. Стремительно мелькают цифры. Гаснет свечение. И — уже комнатная температура.

Снимаем все предохранительные щитки с экрана. Камера в аппарате пуста...

Куда же делись наши образцы? Ведь мы ни одного атома не выпустили из камеры... От гигантских температур там возникали гигантские давления — мы видели их на приборах... Почему же не выпало — пеплом, порошком, мукой мельчайших кристаллов — на предметный столик это кипевшее, бурлившее в неистовых конвульсиях ядерных реакций расщеплявшееся и синтезировавшееся вещество?

Ответ прост. Мы слишком долго держали его при температурах, когда начинают преобладать над всеми процессами те, которые сопровождаются вылетом потоков нейтрино. Они и разнесли по бесконечной Вселенной материю нашего опыта...

ПЛАЗМА РАБОТАЕТ

Ну, а зачем нужна плазма? Зачем нам лезть в этот разогретый газ, теряющий все свойства газа?

Это опять подает реплику скептику...

Не будем произносить длинных монологов. Сразу перейдем к сути дела.

...По вечерам на центральных улицах больших городов вспыхивает яркая электрическая радуга. Голубые, зеленые, розовые, малиновые буквы, надписи, рисунки... Это — газосветные лампы. В них работает плазма. Электроны — более легкие частицы — имеют там температуру, определяемую как эквивалент их скорости движения, в несколько десятков тысяч градусов. Протоны имеют скорости, соответствующие температурам в несколько тысяч градусов.

Но потрогайте стекло этих трубок. Оно лишь чуть-чуть тепленькое. Где же плазменный жар? Почему не плавится стекло?

Да потому, что плазма там очень разрежена, слишком мало частиц ударяются о стекло. И хотя каждая частица обладает большой энергией, ударов не хватает, чтобы разогреть большую массу стекла.

Плазма используется и непосредственно в промышленности. Вот как устроен аппарат для получения такой плазмы.

Это небольшой цилиндр, одно донышко которого сделано из угля, имеющего посередине круглое отверстие, а сквозь другое вставлен угольный же электрод. К электроду подсоединяют положительную клемму источника тока, к стенке с отверстием — отрицательную. Когда ток включают, внутри цилиндра возникает электрическая дуга, а сквозь отверстие угольной стенки вырывается длинная — до полуметра — струя плазмы.

Механизм ее образования таков. Едва к электродам прибора прилагается разность потенциалов, как между ними образуется электрическое поле. Находящиеся случайно в этот момент внутри прибора в воздухе свободные электроны мгновенно получают толчок и устремляются к положительно заряженному электроду. На пути, конечно, не обходится без столкновений. Удар электрона о подвернувшуюся молекулу воздуха заставляет ее распасться на два иона. К тому же при этой катастрофе на свободу вырываются еще несколько электронов. Они направляются к аноду и сталкиваются с атомами и молекулами.

«Спокойный» до этого воздух, состоявший из «солидных», медленно двигавшихся молекул, превращается в плазму — бешеную кутерьму летящих «сломя голову» электронов, ионов, распадающихся молекул. Но кутерьма эта кажущаяся. В ней отчетливо можно различить поток стремительно рвущихся к аноду электронов и медлительных ионов, неуклонно направляющихся к катоду.

Столкновения все учащаются, сутолока движения увлекает все больше частиц, температура повышается и плазма светится. Когда температура ее поднимается настолько, что с поверхности анода срываются положительно заряженные ионы, возникает электрическая дуга с температурой пламени около 4 тысяч градусов.

Этой температуры, конечно, не может выдержать вещество, из которого сделан цилиндр аппарата. Для того чтобы охладить его боковые стенки, внутрь аппарата подается холодный воздух. Он сжимает облачко плазмы в тонкий шнур, и именно по нему-то особенно интенсивно идет ток. Это еще больше повышает температуру плазменного шнуря.

Однако не только охлаждающий воздух заставляет сжиматься плазму, а и ее собственное магнитное поле. Оно незримыми, упругими, как резина, кольцами стягивает плазму, доводя ее до высокой плотности. Плотная струя раскаленного ионизированного газа и вырывается сквозь отверстие аппарата.

Больно смотреть на ослепительно-белое, узкое, как клинок шпаги, лезвие пламени. Это уже настоящая плазма, в которой почти нет неионизированных атомов и молекул, структуру которой уже в значительной степени определяет ею же созданное электрическое поле.

Острое лезвие сверхгорячего пламени может быть использовано в металлургии, строительстве, горном деле и во многих других областях техники. Оно может резать любую сталь, как нагретый в кипятке нож режет сливочное масло. Оно может прогрызать отверстие в любых горных породах быстрее, чем это сделает лучший алмазный бур. Оно позволяет плавить и отливать детали из сверхтугоплавких металлов, таких, как вольфрам, которого никто никогда не видел в жидком виде.

Использование плазменного шнуря — не перспектива отдаленного будущего. Плазменные горелки промышленного назначения созданы в Институте металлургии имени А. А. Байкова. Устроены они по уже описанной нами схеме, очень просты в изготовлении и при эксплуатации не требуют специального оборудования. А какие чудеса делает их пламя!

Оно разрезает полуторасантиметровой толщины лист нержавеющей стали, почти не поддающейся кислородно-флюсовой резке. Ширина разреза не превышает трех миллиметров! Края раскрова имеют при этом чрезвычайно гладкую поверхность.

Плазма позволяет сваривать тонкую, как жесть, нержавеющую сталь. Механические свойства шва при этом лишь незначительно отличаются от механических свойств самого металла.

Она может «строгать» металл, вырезать на обрабатываемой поверхности канавки с очень ровными краями.

Ее можно использовать и для нанесения различных покрытий. Металл покрытия подается или в виде порошка вместе со струей газа, или прямо стержнем в плазменное пламя.

Сверхгорячее лезвие плазмы поступило на вооружение производства и занимает свое место рядом с резцом, сверлом, калибром электроэрэционного станка.

И хочется на этом примере показать, какие неожиданные и великолепные применения нашел один из видов плазмы, оказавшийся в руках человека.

ЗЕМНЫЕ ПРОФЕССИИ НЕБЕСНОГО СКИТАЛЬЦА

В каждом цилиндре обыкновенной автомашины «Волга» вспыхивает и бьется, ударяя в поршень, облачко плазмы. Это оно заставляет вращаться вал двигателя.

В камере сгорания реактивного самолета также пылает плазменное облако. Хитро обструганные мыслью инженеров плавные изгибы выхлопного сопла, в которое плазма устремляется сквозь единственное открытое отверстие в камере сгорания, заставляет ее все ускорять свой бег, охлаждаясь и расширяясь. Чем выше была температура в камере сгорания, тем большей окажется скорость реактивной струи и тем больше усилие, с которым двигатель толкает самолет по его голубой небесной дороге.

Современный авиационный реактивный двигатель — чудо техники. Предельные ее возможности воплощены в его деталях. 15 тысяч оборотов в минуту делает вал его компрессора. Знаете ли вы, какие бешеные центробежные силы стремятся вырвать в это время лопатки? Из какого сверхкачественного металла их изготавливают? Свыше 1500 градусов — температура в его камере сгорания. Здесь — царство жаростойких материалов, последних новинок этой отрасли металлургии... Тысячи метров в секунду — скорость его реактивной струи... Впрочем, о ней уже никто не заботится. Она сделала свое дело и рассеивается в пространстве.

Это — струя плазмы. Правда, не такой уже чистой, как плазма Солнца, но все-таки плазмы. Со всеми присущими ей особыми свойствами: электропроводностью, теплопроводностью, с исковерканными ионизированными атомами и т. д.

Струю плазмы, которая является с того момента, как вырвалась из

сопла, чуть ли не отходом работы двигателя, и принялись приспособливать к земным делам изобретатели.

Этому способствовало еще и другое обстоятельство. Реактивный двигатель выполняет чрезвычайно ответственное задание. Ему доверена жизнь пассажиров самолета. Он не имеет права отказаться, остановиться, поломаться в полете. И поэтому очень жестки сроки его работы в воздухе. И чуть-чуть, едва-едва подносились подшипники, подгорели лопатки, его списывают на землю...

А он еще и десять сроков своей заоблачной службы может проработать без единой остановки. Но нельзя! Закон!

Вот эти-то реактивные двигатели и попали в руки конструкторов. И сегодня уже немало земных профессий приобрели они. Причем главным рабочим органом обычно оказывается именно струя плазмы.

Инженеры А. П. Дегтярев и С. М. Виноградов нарастили на выхлопное сопло стальную трубу длиной метров в 7—8 и диаметром в полметра. Установили это сооружение, вдруг ставшее похожим на дальнобойное орудие, на специальную тележку с устройством, которое позволяло «целиться», поворачивать стальной ствол. Впрочем, чтобы сходство не было столь явным, в верхней части стальной трубы вырезали отверстие. И повесили над ним огромный бункер.

Надо сказать, что Дегтярев и Виноградов по характеру своих служебных обязанностей были связаны с транспортировкой больших масс пустой породы и руды. Им надо было организовать быстрое снятие слоев пустой породы, прикрывающих рудный пласт. Для этой цели использовались обычно экскаваторы, скреперы, самосвалы, ленточные транспортеры, бульдозеры. И самым дорогим и сложным была не выемка грунта — железные челюсти ковшей и грейферов справлялись с этой работой, — а именно его транспортировка. Заменить длинные вереницы непрерывно ползущих друг за другом самосвалов и скреперов струей реактивного двигателя и решили инженеры.

И вот в железорудном карьере загрохотал двигатель заоблачных дорог. Струя плазмы ринулась в трубу. Из бункера могучим потоком полилась пустая порода. В воздухе возникла струя грунта, в котором содержались частицы величиной и с голову человека... Далеко за границей карьера, метрах в 200 от установки, обрушилась тяжелая земляная струя.

Установка оказалась чрезвычайно выгодной. За час она перебрасывала в отвал добрых 4000 кубометров породы, заменяя десятки самосвалов. Она была в сто раз легче и втрое дешевле применяющихся для переброски грунта на такие расстояния отвальных ленточных мостов.

Те же изобретатели применили плазменную струю реактивного двигателя для землеройных работ. Они сняли с него стальную трубу, придававшую сходство с орудием, и надели другое приспособление, имеющее только узкую щель, да и ту почти сплошь перекрываемую специальными заслонками. И двигатель повернули так, чтобы струя из этой щели ударяла в землю.

Заработал двигатель... Огненный заступ уперся в каменистую зем-

лю. Глыба грунта поднялась в воздух. Трактор сдвинул тележку, на которой был установлен плазменный землерой. И за ними потянулась, пересекая поле, ровная глубокая канава. Хоть для укладки трубопроводов, хоть для орошения...

...Новосибирский изобретатель А. П. Трапезников предложил подавать в устройство, аналогичное «грунтовой пушке» Дегтярева и Виноградова, струю воды и полученной смесью гасить пожары. Могучая струя горячего пара и химически инертных газов горения двигателя душила пламя пожара, выбивала рамы, разбрасывала горящие бревна. Тушение пожара сократилось до 10—15 минут.

...Струю плазмы реактивного двигателя используют для обжига руд, сушки кукурузных початков, распыления ядохимикатов в садах, бахчах, огородах. Во многих отраслях народного хозяйства находится для него дело. Нет, отслужив свое в небе, он еще поработает и на земле.

Во всех названных примерах изобретатели применяли «готовую» струю плазмы. Они не проектировали ее специально для каждого отдельно взятого случая. Они просто приспособливали уже имеющееся для своих целей.

В 1975 году академик А. М. Прохоров и доктор физико-математических наук В. К. Коньков открыли целую большую область новых применений отработавших реакционных двигателей. Они научились превращать кинетическую энергию движущихся струй выхлопных газов в энергию лазерного луча. Сам лазер этого типа устроен очень просто: вылетающая струя газов проходит меж двух поставленных параллельно зеркал. Луч получается в этом случае очень сильным, в сотни киловатт.

Вспомним другое: недостаточная мощность лазеров тормозит в настоящее время последние испытания термоядерных машин импульсного действия. И это дает право предположить, что первой практической задачей нового лазера станет поджигание термоядерных печей.

СТРУЯ ВМЕСТО РОТОРА

Тепловые электростанции, в топках которых сгорает уголь, нефть, торф или сланцы, вырабатывают в нашей стране восемьдесят процентов — четыре пятых! — всей электрической энергии. И только около двадцати процентов дают гидростанции. Вклад энергетических источников других типов — атомного ядра, ветра, лучей солнца и так далее — несопоставимо малые ручейки по сравнению с этими двумя гигантскими потоками.

Коэффициент полезного действия тепловых электростанций, даже оснащенных самым новым оборудованием, не удовлетворяет инженеров. Он не всегда переваливает за 30 процентов и почти никогда не дотягивает до 40. Это значит, что две трети энергии добываемой из-под земли топлива пропадает без пользы.

А представляете, какую прибавку в общий поток энергии принесло

бы повышение коэффициента полезного действия всех тепловых электростанций всего на один процент!

Это дало бы при уровне, достигнутом к концу девятой пятилетки, экономию в три миллиона тонн условного топлива, или дополнительную выработку десяти миллиардов киловатт-часов электроэнергии!

Теплотехники знают верный путь повышения коэффициента полезного действия таких электростанций. Это — повышение давления и температуры пара, поступающего в турбины. И за 30 лет, с 1945 года, давление пара в серийных паровых турбинах выросло почти в 10 раз, температура поднялась на 200 градусов.

Можно сказать, что для традиционных тепловых электростанций мы уже близки к предельному значению КПД — 40—41 проценту.

Но дальнейшее повышение параметров пара идет все медленнее. Мешает отсутствие материалов, которые могли бы длительное время — годы — выдерживать давление более 200 атмосфер при температуре выше 500 градусов. Нет таких материалов! Очень понемногу позволяют металлурги теплотехникам повышать параметры пара...

Видимо, нужно какое-то новое принципиальное решение, какой-то выходной маневр, который позволит сделать сразу большой скачок, а не скромно просчитывать сотые доли процента экономичности от внедрения изощренных, но неэффективных мелких усовершенствований.

И такое принципиально новое решение найдено. Оказалось: поднять КПД тепловых электростанций поможет использование плазмы.

Вы, наверное, помните, как на уроках физики производился опыт превращения механической энергии в электрическую. Впервые этот опыт поставил английский ученый Майкл Фарадей. Состоит он в том, что между полюсами магнита помещают проволочку, соединенную с гальванометром. Когда проводник двигают так, что он пересекает магнитные силовые линии, стрелка гальванометра начинает отклоняться: по цепи идет ток.

Ну, а если магнитные силовые линии будет пересекать не твердый проводник, а струя газа? Условимся только, что эта струя будет так же проводить ток, как проводит медная проволока. Разве в этом случае не возникнет в ней электрический ток?

Расчеты инженеров подтвердили: возникнет!

Опыты, поставленные учеными, показали: возникает.

На этом принципе основана идея создания электростанции нового типа.

Главной частью такой электростанции должна стать топочная камера круглой или яйцеобразной формы, похожая на камеру сгорания ракетного двигателя. В нее подается нагретый до 2000 градусов воздух и зпрыскивается топливо. Оно мгновенно сгорает, и температура в камере поднимается до 3000 градусов.

Для чего нужна такая высокая температура? Дело в том, что при меньших температурах газ еще не является проводником. Только нагретый до таких температур, да и то, если в него добавить пары некоторых щелочных металлов — натрия, калия, цезия, он будет достаточно хорошо проводить ток.

Струя раскаленного газа должна пролетать со скоростью почти 1 километр в секунду между полюсами мощного магнита, пересекая магнитные силовые линии. В ней появится электрический ток. Его снимут электроды, расположенные с обеих сторон струи, точно так же, как колодки коллектора снимают ток с якоря динамо-машины.

К сожалению, далеко не всю энергию, содержащуюся в газах горения, удается снять этими электродами. Отдавая энергию, струя охлаждается и перестает проводить ток. Но температура ее при этом остается еще очень высокой. Поэтому часть тепла газов расходуют на подогрев воздуха, который направляют в камеру сгорания, а другую часть используют в обычном котле для получения пара. Этот пар приводит в движение паровую турбину.

На такой электростанции в электрический ток может превращаться 55—60 процентов заключенной в топливе энергии. В полтора раза больше, чем в лучших тепловых электростанциях!

А знаете ли, какую это может принести выгоду? Ведь только одна станция мощностью 1 миллион киловатт, переведенная на работу по новому методу, будет экономить в год 500 000 тонн мазута.

Академик В. А. Кириллин как-то привел другие интересные цифры. Он напомнил, что выработка электроэнергии и мощность электростанций в нашей стране растут в среднем на 11,5 процента в год. Это означает, что каждые десять лет мощность наших электростанций удваивается. А через двадцать лет представляющееся нам сегодня сверхмощным энергетическое хозяйство будет составлять только девять процентов всей энергетики...

Видите, насколько экономически выгодно было бы перейти к строительству тепловых электростанций, имеющих коэффициент полезного действия не 40, а 55—60 процентов.

Идея магнитогидродинамического превращения тепловой энергии в электрический ток не нова. Но ее осуществление тормозится большими техническими трудностями. Главная из них — высокая температура газов, при которой только возможна работа магнитогидродинамической установки. Ведь если температура газов будет недостаточной, газ не ионизируется, не превратится в плазму, не станет проводником электрического тока. А иметь дело с газом, нагретым до 2000—2500 градусов, — дело непростое. Сталь в мартеновской печи и то чуть ли не в полтора раза «холоднее».

Инженеры знают: в современной технике нередко простое по идеи устройство обрастает таким количеством вспомогательных механизмов, что они сами становятся серьезной технической задачей. Ведь проста в принципе и космическая ракета, и синхрофазotron. А вот создание и поддержание вакуума в его кольцевой камере — вспомогательная по существу проблема — требует для своего решения приложения вершинных достижений ряда областей науки, техники, промышленности. Так же проста в принципе магнитогидродинамическая установка и так же требуют максимального напряжения научной и конструкторской мысли ее многочисленные, на первый взгляд вспомогательные устройства. Поэтому в настоящее время есть всего несколько опытных устано-

вок для получения электричества из газовой струи. Одна из них создана в нашей стране.

Высокая экономичность магнитогидродинамических установок делает их чрезвычайно перспективными для использования на тепловых электростанциях. И нет сомнения, что они скоро займут полагающееся им место.

«Сейчас советские исследователи приступили к завершению важного этапа овладения методом магнитогидродинамического генерирования: переход от экспериментальных установок к опытнопромышленным» — это сказал в 1974 году академик В. А. Кириллин.

Так пусть скорее придут на наши электростанции эти экономичные установки!

А теперь поговорим о другом типе электростанций будущего. О таких, в которых станет работать сверхгорячая плазма.

НА БЕРЕГУ ВЕЛИКОГО ОКЕАНА

Мы стоим на берегу великого океана энергии. Он бескраен и могуч. Если бы люди научились черпать из него столько, сколько им нужно, перед человечеством никогда не встал бы призрак энергетического голода...

Это великий океан не только в переносном смысле. Это и в прямом, чисто географическом смысле — Великий, или Тихий океан.

Дело в том, что в обыкновенной воде рек, морей, озер, океанов содержится самое сильное из известных сейчас человеку горючее, кроме гипотетического антивещества. Речь идет об изотопе водорода — дейтерии.

Дейтерия не так уж мало. Примерно на каждые 10 000 атомов обычного водорода приходится один атом дейтерия. В ведре водопроводной воды — примерно с наперсток молекул, в которых места атомов обычного водорода — против — занимают тяжелые атомы дейтерия.

Энергия в этом наперстке воды эквивалентна энергии 350 ведер чистосортного авиационного бензина.

Значит, энергия топлива, содержащегося в Великом океане, эквивалентна 350 океанам авиационного бензина!

Перед нами источник энергии, несизмеримый ни с одним из тех энергетических источников, которыми уже овладел человек!

Но сложен путь к овладению этой сверхмогучей силой. Хотя принципиально он уже отчетливо виден ученым.

Мы упоминали о том, что при слиянии двух ядер изотопов водорода возникает ядро нового элемента — гелия и выделяется огромное количество энергии. В несколько раз больше, чем при расщеплении ядер урана.

Но столкновение ядер между собой — событие нереальное. При сближении ядер сразу же начинают действовать силы электромагнитного отталкивания одноименных зарядов. Ядра отскакивают друг от друга более упруго, чем теннисные мячи, даже не соприкоснувшись.

Чтобы преодолеть это «отталкивающее действие», надо или обстреливать ядра дейтерия такими же ядрами, но разогнанными до космических энергий в специальных ускорителях, или нагреть дейтерий до такой температуры, при которой ядра приобрели бы скорости движения, необходимые для преодоления мешающих встрече электромагнитных полей.

Оказалось, что для этого нужна температура в десятки и сотни миллионов градусов. Поэтому реакцию и назвали термоядерной. Путь к овладению неисчерпаемым океаном энергии лежит через области сверхгорячей плазмы!

Стоит ли сейчас заниматься этим? Десятки и сотни миллионов градусов — температуры фантастические! Если в настоящее время мы едва умеем получать 8000 градусов, да и то лишь на мгновение, то десятки миллионов градусов будут нам доступны разве лет через тысячу...

Но нет. Мы уже умеем получать такие температуры! И не только в неистовости термоядерного взрыва, а и в почти ручном, сравнительно безопасном, чисто мирном процессе.

Самое сложное, конечно, было найти материал для сооружения топки, в которой можно было бы по рецепту солнечной котельной сжигать водород. Мы знаем, ни одно вещество не остается твердым даже при 4000 градусах. А здесь десятки и сотни миллионов. Рассчитывать же на недостаточную плотность плазмы, как это имеет место в газосветных трубках, тоже не приходилось. Плазма для осуществления термоядерной реакции должна быть плотной.

Материал, который мог бы выдержать столь высокие температуры, нашли советские ученые. Этот материал — электромагнитное поле.

Первая идея и первый эксперимент были необычайно просты. Металлическую или стеклянную трубку наполнили дейтерием. К торцам трубы подвели электроды. Включили ток, обрушили на дейтерий колоссальной величины электрический разряд. По нему пошел ток в несколько миллионов ампер. Мощность этого тока — конечно, только на доли секунды — превысила мощность Волжской ГЭС имени В. И. Ленина.

Газообразный дейтерий превратился в плазму. Вокруг текущего тока возникло электромагнитное поле — оно возникает вокруг любого проводника с током, кольца которого стремились сжать, уплотнить дейтерий. Под влиянием этого поля частицы дейтерия устремились к центру трубы, образуя тонкий трепещущий шнур. Сквозь стенки из магнитного поля не могла проскочить ни одна заряженная частица.

Давление в шнуре, стиснутом тугими кольцами электромагнитного поля, выросло в миллионы раз. А вы знаете, что при сжатии газа его температура быстро повышается. Вспомните, как нагревается нижняя часть велосипедного насоса, когда вы накачиваете шину. Нет, это не трение. Трется поршень равномерно о всю длину трубы, а нагревается только нижняя часть. Ее нагревает воздух, температура которого растет из-за повышения давления. Значит, и в плазменной струе температура резко поднялась. Поднялась до миллиона градусов!

Так был совершен великолепный «обходный маневр». Вместо того чтобы вести бой «в лоб», штурмовать температурную гору по этапам, медленно подвигаясь со ступени на ступень, наука сразу прорвалась в мир миллионоградусных температур, оставив глубоко в тылу непройденную область — десятки и сотни тысяч градусов.

К сожалению, на первых порах процесс оказался не очень устойчивым. Летящие к центру трубы частицы по инерции слишком уплотнились в плазменном шнуре, и поднявшееся давление начало разбрасывать их в стороны. Плазменный шнур стал пухнуть, расширяться. И опять по инерции частицы разлетелись слишком далеко от центра трубы. Кольца силовых линий начали их снова сжимать. Шнур запульсировал...

Это было еще не то, что хотели получить учёные. Им нужна была спокойная, устойчивая плазма. Да и температуру им бы хотелось поднять раз в сто. И давление иметь побольше в несколько раз...

И вслед за прорывом началась планомерная длительная осада плазмы. Но уже с совершенно новых, высоко занятых позиций, а не «от печки», не с пламени спички.

Непросто «запрячь тигра», заставить работать термоядерную реакцию, обойти тысячи препятствий. Не имеющие заряда частицы — фотоны, кванты, нейтроны — уносили энергию из пылающего шнура. Обладающая невероятной теплопроводностью плазма внезапно остыvalа. Но больше всего неприятностей доставила неустойчивость плазмы...

И все-таки осада развивается успешно. Растут достигнутые температуры. Удаётся побеждать и неустойчивость.

...Однажды академик Л. А. Арцимович, известный своими работами в области горячей плазмы, в моем журналистском блокноте набросал примерную схему термоядерной электростанции будущего. Под карандашом ученого возникла перевитая в форме восьмерки труба, около нее — вакуумные насосы, вокруг — витки проволоки.

Внутри трубы идет в атмосфере изотопов водорода солнечная реакция. Витки проволоки служат для создания электромагнитного поля, которое прочно держало бы пылающий плазменный шнур. Он все-таки пульсирует. Но это преднамеренно допущенные, точнее — организованные и запланированные пульсации. Пульсирует шнур, пульсирует порождаемое им поле, его силовые линии пересекают витки проволоки специальных катушек, предназначенных для того, чтобы вырабатывать электрический ток. Не нужны здесь, в первом контуре, громоздкие электрогенераторы с тяжелыми, бешено крутящимися якорями...

Правда, таким способом — прямым превращением термоядерной энергии в электрическую — можно получить только часть энергии атомного синтеза. Большая доля выделяющейся энергии все-таки переходит в тепло. И поэтому целесообразно будет, видимо, опустить восьмерку трубы со всеми вспомогательными установками в большой паровой котел, а пар из этого котла направлять в обычные паровые турбины. Это, так сказать, второй контур термоядерной электростанции.

Академик написал несколько строк математических уравнений, подсчитал цифры... И оказалось, что вся энергетическая часть такой элек-

тростанции мощностью в 1 миллион киловатт поместится в одноэтажном круглом здании метров в 12 диаметром. А каждый кубический метр «рабочего объема» этой электростанции позволит получить до 200 тысяч киловатт мощности!

Сравните это с плотинами и водохранилищами, разливающимися на сотни километров, с гигантскими котельными и многоэтажными турбинными зданиями современных ГЭС и ТЭЦ!

Скоро ли появится сообщение о пуске первой термоядерной электростанции — вряд ли осмелится предугадывать кто бы то ни было в мире. А вот то, что будущее земной энергетики принадлежит термоядерной реакции, — в этом уже никто не сомневается.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ВОДОРОД

Водород — самый распространенный и, наверное, самый важный элемент в нашей матагалактике. Ведь он — основное ее горючее, освещдающее и обогревающее крохотный, радиусом всего в 14 миллиардов световых лет пузырек Вселенной, открытой семьдесят лет назад Альбертом Эйнштейном. Освещают и обогревают Вселенную вмещаемые ею галактики, состоящие из миллиардов звезд. Вот в них-то и идет процесс превращения атомных ядер изотопов водорода в атомы гелия. При этом происходит выделение огромных количеств энергии, щедро излучаемой небесными светилами. Эти термоядерные реакторы мы видим по ночам на черном бархате неба, усыпанного яркими точками звезд. Днем над нами восходит Солнце, такой же термоядерный реактор, только самый близкий к нам и потому имеющий для нас особое значение.

Вся жизнь Земли обязана своим существованием Солнцу. Это стало понятно людям задолго до того, как они разобрались в работе молекул хлорофилла, являющихся первичным звеном длинной цепи реакций, связанных с перераспределением солнечной энергии в мире живого. Ибо, еще не зная даже элементарной грамоты, начали люди обожествлять Солнце. Ему приносили человеческие жертвы, строили храмы, устраивали празднества, торжественные шествия, коллективные моления. А ведь по существу все это делалось в честь водорода — главного горючего небесного термоядерного котла.

Да и само Солнце обязано своим существованием тому же водороду: без него Солнце не только погасло бы и превратилось в черную холодную глыбу, оно вообще почти исчезло бы. Не знающие жалости силы всемирного тяготения сжали бы его в своих могучих объятиях и стиснули вещество этого гиганта, имеющего диаметр в полтора миллиона километров, до размеров всего с десяток километров. Так что мы не смогли бы его разглядеть даже в крупнейшие телескопы.

Да, это водород поддерживает лучезарную жизнь Солнца, противостоя порождаемыми им квантами излучения силам всемирного тяготения.

Ежесекундно Солнце излучает в пространство энергию, эквивалентную примерно четырем миллионам тонн массы, становясь легче на четыре миллиона тонн, которые «сгорели» в его недрах. Но не надо бес-

покоиться: Солнце будет светить не ослабевая еще по меньшей мере тридцать миллиардов лет. Этого достанет мыслящему духу Земли, чтобы подыскать для себя новое, более молодое светило, если уж оно не найдет сил провести капитальный ремонт состарившегося.

Водород открывает периодическую таблицу элементов. Он имеет самый маленький атомный вес. Атом обычного водорода состоит всего из двух элементарных частиц: протона и электрона. Он самый простой в семье элементов нашего мира. И вообще у него много свойств, в которых он оказывается «самым-самым».

Водород — самый легкий газ.

Он — самый теплопроводный из элементов планеты.

Он — самый энергичный.

Мы уже говорили: водород открывает периодическую таблицу. У него нет в этом вопросе соперников. А вот куда его поместить? В первую ли группу, над металлами, или в седьмую, над галогенами? В последние годы его чаще располагают над фтором, чтобы заряды этих двух элементов различались на восемь единиц, что должно быть у всех членов первых трех периодов. Да и какой же водород — металл? Он газ, а металлы суть «блестящие тела, которые ковать можно», как сказал великий Ломоносов!

Но водород можно превратить и в металл. Для этого, правда, недостаточно просто заморозить его. Это много раз делали и получали прозрачные бесцветные кристаллы. Сжижается водород при 20 градусах Кельвина, а замерзает при 14. Плотность водородного льда — 0,076 граммов на кубический сантиметр. Нет, это не металл, это просто кристаллики водородного льда.

Дело в том, что водород во всех состояниях — твердом, жидким и газообразном — остается молекулярным (H_2), связанным в одно из двух атомов (H). И совсем не легко разбить его молекулы на атомы.

Это можно сделать, во-первых, под влиянием высокой температуры, когда водород-газ переходит в свое четвертое состояние — плазму. Но нам надо получить твердый водород, а он и плавится, и превращается в газ задолго до плазменного уровня. Второй путь — надо подвергнуть водород очень высокому давлению. Известно, что при больших давлениях многие элементы приобретают «металлический характер». Не является исключением и водород. Но давление при этом должно достигать нескольких миллионов атмосфер. Только тогда оно способно разорвать молекулы водорода на атомы, которые выстроются наподобие атомов щелочного металла.

Можно ожидать, что твердый водород останется в своем новом состоянии и после того, как снимется сжимающее давление. Что ж, примеры такого рода известны. Скажем, алмаз. Он кристаллизуется из графита при давлении более 50 тысяч атмосфер, да при этом и температура его должна быть около 2,5 тысячи градусов. Но, раз возникнув, его кристаллическая решетка оказывается устойчивой и без гигантского давления и температуры. Всем известны алмазы или в блестящих женских украшениях, или в режущих инструментах. Они прекрасно существуют в наших условиях.

Какими свойствами будет обладать водород — этот самый легкий из металлов? Есть предположение, что он станет сверхпроводимым. Даже больше: что он сохранит это свое качество при обычных для нас температурах — около 300 градусов Кельвина. Вещество, обладающее таким удивительным свойством, безусловно заслуживает большого внимания. Но чтобы оценить все его значение, надо вспомнить, что такое сверхпроводимость.

Мы уже отмечали выше, что сверхпроводимость — это способность некоторых металлов при очень низкой температуре внезапно терять всякое сопротивление току. Она в свое время вызвала массу надежд и одновременно принесла массу тревог физикам-теоретикам: они долго не умели объяснить происходящего при этом в веществе. Но по мере того, как экспериментаторы устанавливали, что сверхпроводимостью элементы обладают только при температурах, не превосходящих два десятка градусов по шкале Кельвина, надежды на ее практическое применение исчезали. Сплав никеля, алюминия и германия оказался самым стойким: он сохранял сверхпроводимость при 20 градусах Кельвина!

К 1956 году американские ученые Бардин, Купер и Шрифер разобрались в сущности происходящего при сверхпроводимости в металлах и высказали свои соображения. Суть их сводилась к тому, что при наших обычных температурах целесообразно ожидать наличия сверхпроводимости в веществах, состоящих из больших органических молекул. И действительно, в самое последнее время пришло сообщение из Америки, что в университете штата Пенсильвания нашли органическую соль — кристаллический диметилтетратнофульвален-тетрацианохинодиметан, которая обладает сверхпроводимостью даже при 60 градусах Кельвина. Старый рекорд перекрыт в три раза! Ну, а металлический водород обещает обойти этот показатель еще в пять раз!

На чем же основывается такое предположение?

Ставя опыты с изотопами металлов, физики заметили, что чем ниже их атомный вес, тем при более высокой температуре теряют они способность сверхпроводимости. Удалось вывести даже формулу, что эта температура соотносится как квадратные корни из масс.

Водород легче ртути — металла классической сверхпроводимости — примерно в 200 раз. Конечно, оба они не изотопы, но можно приблизенно считать, что общая закономерность должна проявляться и здесь. В этом случае температура сверхпроводимости у водорода будет в 14 раз выше, чем у ртути, то есть около 100 градусов шкалы Кельвина. Однако многие думают, что эту цифру реально увеличить еще раза в три. А это уже область обычных «комнатных» температур.

В первую очередь обрадуются такому удивительному металлу строители высоковольтных передач. Действительно, именно для дальних электропередач будет особенно важно использование сверхпроводимости твердого водорода. Уже сегодня переброски электроэнергии на расстояние до тысячи километров не новинка и не редкость. Вероятно, в ближайшие годы они вырастут вдвое, а то и втрое. Вырастут и количества перебрасываемой энергии. И будет чрезвычайно удобно заменить тяжелые медные и алюминиевые провода почти невесомыми паутинками из

металлического водорода. Ведь его плотность в два раза меньше плотности воды!

Впрочем, уже и сейчас энергетики стремятся использовать сверхпроводимость для своих целей. Конструируются специальные кабели, в которых проводник идет в трубке, охлаждаемой жидким гелием. При температуре этого газа в проводнике и возникает сверхпроводимость. Трубку с жидким гелием помещают в другую трубку, наполненную жидким водородом. А эту трубку в свою очередь — в трубку, наполненную жидким азотом, который держат в обычном дюралевом сосуде с абсолютным вакуумом между двумя стенками. Не правда ли, несколько сложным получается провод? Кроме того, все газы, которые нам необходимы для охлаждения провода и для защиты от теплоты окружающей среды, непрерывно нужно будет подкачивать в трубки, то есть энергетическая передача нуждается в соответствующих станциях для получения жидких газов. Не слишком ли это неудобно и дорого? И насколько лучше будет обстоять дело, если появится материал, способный сохранять сверхпроводимость при обычной температуре воздуха, — этот металлический водород, о котором идет речь.

Но сверхпроводимость нужна не только энергетикам. Существует множество машин и устройств, в которых она может найти применение. К их числу относятся, скажем, сверхсъемные аккумуляторы, которые позволяют создать электрические автомобили, превосходящие дальностью пробега современные «Волги» и «Жигули». К их числу относятся и магнитные подшипники, в которых тяжелые оси прокатных станов и блюмингов будут держаться не на шариках подшипника и не на тонкой пленке смазочного масла, затягиваемого в зазор между втулкой и осью, а на магнитном поле, выталкиваемом из сверхпроводника. На этом же свойстве сверхпроводников предполагается построить поезда, движущиеся на магнитной подушке, совершенно без трения. Право же, осуществление этой мечты транспортников не уступает по важности и общей экономической эффективности мечте энергетиков о передачах энергии без потерь!

Неизвестно только одно: будет ли металлический водород сверхпроводником при достаточно высокой температуре? И вообще, будет ли он устойчивым после снятия внешнего давления? Но все равно, получение металлического водорода интересно в ряде отношений.

Долго ли осталось ждать, пока откроются тайны металлического водорода? Современной технике давления в два миллиона атмосфер пока не под силу. При таком давлении нередко разрушаются в первую очередь сами аппараты для создания этого давления. Но перед техникой никогда не стояли неразрешимые задачи. Нередко они решались появлением новой идеи. Так, когда исчерпались возможности оптического телескопа, но встало необходимость видеть молекулы нуклеиновых кислот, возник электронный микроскоп. Так научились удерживать плазму миллионной температуры в магнитных бутылях.

Остается ожидать новых идей в технике сверхвысоких давлений. Они уже приходят. Они почти пришли...

НА ПУТИ К ОСТРОВУ СВЕРХЭЛЕМЕНТОВ

Напомним еще раз, что первую клетку периодической таблицы Менделеева занял легкий элемент водород, последнюю — тяжелый уран. Ну, а возможно ли ее продолжение? Или за ее начало, впереди водорода, или — за уран?

Некоторые ученые полагают, что реальна еще одна таблица элементов, подобная менделеевской, но состоящая из античастиц. Стыковаться они будут как раз перед водородом. Где будет завершаться таблица антиэлементов, зависит только от «дерзости» физиков. Сегодня, как известно, они сумели создать уже несколько изотопов первых двух элементов этой второй таблицы. Так что можно считать, люди уже впрямую занялись двойником периодической таблицы. А как обстоят дела на другом ее конце, там, где она обрывается на случайном элементе — уране?

Менделеев предсказал многие свойства еще неизвестных жителей пустых клеток. Открытие Менделеева подобно открытию Магеллана: первый описал мир элементарных частиц вещества, второй — мир, обитаемый человеком. И тот и другой четко обозначили границы своих миров.

Постепенно заполнялись остававшиеся пустыми клетки периодической таблицы: химики находили новые металлы и неметаллы. Но ни разу не было случая, чтобы вновь открытому элементу не нашлось в ней места. Наоборот, некоторые клетки слишком упорно оставались пустыми. В природе не было элементов, которые могли бы претендовать на них.

Двадцатый век внес свои исправления. Постигая глубочайшие тайны строения материи, люди многому учились. Английский физик Э. Резерфорд первый осуществил превращения азота в кислород. В 1934 году Ф. Жолио и И. Кюри получили искусственные ядра радиоактивного фосфора. И пустовавшие клетки периодической системы заполнили вновь созданные элементы.

При всем том периодическая система казалась какой-то незавершенной, как бы открытой с одного конца. Почему она обрывается на уране? Могут ли быть вещества с более высоким, чем у урана, атомным весом? Нельзя ли их «приготовить»? И поэтому Э. Ферми буквально ринулся в бой за попытку получить зауранный элемент. Он был первым, вступившим на соблазнительный путь, неведомо куда ведущий.

Впрочем, великие соблазны, которые таит этот путь, предвидел еще создатель периодической системы элементов.

В 1872 году Дмитрий Иванович Менделеев писал:

«Убежденный в том, что исследование урана, начиная с его природных источников, приведет еще ко многим новым открытиям, я смело рекомендую тем, кто ищет предмета для новых исследований, особо тщательно заниматься урановыми соединениями».

И действительно, за последние семьдесят лет ученые сумели сказать нам много удивительного об уране и урановых соединениях.

Они не только заполнили все оставленные в таблице пустые места, не только более чем в десять раз увеличили число ее жителей, открыв

изотопы элементов и дав им прописку в клетках таблицы, но они подвесли под нее новый теоретический фундамент, сделав основной характеристикой элемента не его атомный вес, а заряд ядра. Но и этого мало! Они продолжили список далеко за уран, бывший так долго крайним. Всего тридцать лет назад уран числился 92-м по порядку элементом, ныне количество их перевалило за сотню. И физики еще очень далеки от того, чтобы считать какой-либо из созданных их руками элементов последним.

Вот последовательность появления новых заурановых элементов. Все они обладают вместе с ураном таким свойством, как нестабильность, недолговечность ядер. Все они радиоактивны.

Первым был элемент номер 93 — нептуний. Нептуном в свое время назвали астрономы следующую за Ураном планету, а традицию давать небесным телам имена богов открыли еще древние. Нептуний был найден в продуктах распада ядер урана.

В 1940 году появился 94-й элемент — плутоний.

В 1944 году были изготовлены сразу два заурановых элемента — 95-й и 96-й. Поскольку боги греческой мифологии были исчерпаны, их скрестили американцем и кюрием — в честь материка, на котором они были открыты, и ученого, вложившего много труда в разработку радиоактивности.

Все четыре выделены сейчас в чистом виде и хорошо изучены. Особенно плутоний, который стал чрезвычайно ценным топливом для атомных электростанций и получение которого было сравнительно легким.

В 1949 году «родился» пятый заурановый элемент, а в 1950-м — шестой. Их назвали берклием и калифорнием — по городу и штату, где они приобрели «права гражданства».

В 1952 году при испытании термоядерной бомбы облучению мощным потоком нейтронов подвергнулся уран. Из продуктов распада вышли два новых «заурана» — седьмой и восьмой: эйнштейний и фермий, получившие свои имена в честь выдающихся ученых.

В 1955 году прочно занял место в своей клетке 101-й элемент — менделевий. «В признание ведущей роли великого русского химика Дмитрия Менделеева, который первым использовал периодическую систему для предсказания химических свойств еще не открытых элементов», — писали американцы, открывшие этот элемент.

В 1957 году в Нобелевском институте увидел свет 102-й элемент — нобелий.

В последующие годы стали известны еще три элемента. Номер 103 — лауренсий — был создан американскими учеными и назван в честь знаменитого изобретателя циклотронов. Номер 104 — курчатовий — принадлежит советским ученым, работавшим под руководством академика Г. Н. Флерова, которые увековечили память И. В. Курчатова. Тот же коллектив выделил первые атомы и 105-го элемента, пока еще не зарегистрированного в международном масштабе.

На этом пока и обрывается путь человека в область заурановых элементов. Но, анализируя историю их открытий, можно отметить: чем дальше, тем реже выпадает счастье исследователям. Чем это вызвано?

В общем-то объективными трудностями. Ведь чем дальше уходили физики от урана, в область неизведанных элементов, тем короче оказывался срок существования их ядер. Так, период полураспада урана составляет около пяти миллиардов лет. Значит, на нашей планете сохранилась примерно половина атомов урана — ровесников ее образования из газо-пылевого облака. Но уже период полураспада самого «стойкого» изотопа нептуния — всего 2200 тысяч лет. Это гигантски много по сравнению с жизнью людей, но очень мало по сравнению с жизнью Земли. В ее недрах, конечно же, не осталось «первобытных» атомов нептуния. И те жалкие крохи этого элемента, которые все-таки обнаруживаются методами сверхточных анализов, появились при радиоактивном распаде урана.

Период полураспада плутония — 76 миллионов лет, америция — 8800 лет. Калифорний «имеет за плечами» 400 лет, эйнштейний — 2 года. Это уже совсем мало даже по сравнению с жизнью человека. Но это стилю не предел. Фермий «держится» несколько дней, менделевий — около получаса, а нобелий — несколько минут. Не легко найти и определить свойства элемента, атомы которого существуют в нашем мире буквально мгновения. Да и много ли атомов! Ученые, открывшие нобелий, в результате пятидесятикратного повторения опыта получили всего 17 атомов нового вещества. Советские ученые, поставившие контрольный опыт, — 18 таких ядер...

Еще короче срок жизни трех последних известных людям «зауранов».

Ну, а дальше? Если период полураспада и дальше будет сокращаться, элементы будут возникать на доли секунды, а потом — на доли микросекунды.

Значит ли это, что периодическая таблица обрывается, не преодолев второго десятка заурановых атомов? На этот счет есть две точки зрения.

Согласно первой, действительно, чем дальше за уран, тем быстротечнее атомы элементов. И очень скоро они сравняются по времени с ядерной реакцией, то есть ядра образующегося элемента будут распадаться в самый момент образования. И произойдет это, видимо, у элементов с порядковым номером 114—116.

Согласно второй, за группой короткоживущих элементов следует группа долгоживущих, таких, как уран и радий. И нам предстоит еще встретить элементы с полураспадом в миллионы и миллиарды лет.

— Позвольте, — говорят сторонники первой теории, — если у этих элементов столь устойчивые ядра, то они должны существовать в природе, как там существует с первых дней творенья Земли уран. Почему же мы их не нашли?

— Но ведь мы их и не искали, — отвечают сторонники второй теории. — В течении последнего столетия ученые стремились заполнить пустующие клетки периодической системы, а двух последних элементов так и не сумели найти. Их открыли после того, как изготовили искусственно. Между прочим, кое-что указывает на то, что тяжелые «заураны» есть в природе.

Известный английский физик С. Ф. Пауэлл продемонстрировал ака-

демику Г. Н. Флерову отпечатки с пластинок, поднятых шаром зонда на высоту 40 километров. Там были следы ионов железа, более мощные следы частиц с зарядом около 90 и еще более мощные, словно ногтем процарапанные следы, которые Пауэлл приписывал частицам с зарядом не меньше 106, то есть ядрам неизвестных заурановых элементов.

Такие тяжелые частицы, видимо, попадают в состав космических лучей при взрывах сверхновых звезд. Но ближайшие из них отстоят от нас на расстояние в миллионы световых лет. Значит, уже миллионы лет находятся в пути эти ядра и не взорвались! Значит, принадлежат они долгоживущим заурановым элементам! Каким? Это сказать трудно: может быть — 106-му, а может быть — 112-му.

Впрочем, есть и другие свидетельства об острове долгоживущих или даже стабильных сверхэлементов. Их дали физики-теоретики разных стран. Они произвели расчеты и пришли к одинаковым выводам.

Уже сравнительно давно замечено, что в том, как периодически изменяется устойчивость ядер в зависимости от количества входящих в их состав протонов и нейtronов, есть свои закономерности. Среди физиков популярна теория оболочечного строения атомных ядер. По этой теории сверхустойчивостью характеризуются ядра с полностью заполненными оболочками — по 2, 8, 20, 50 и 82 нейтрона или протона. Сами ядра отличаются повышенной стабильностью, а заполняющие числа называются «магическими». Следующие магические числа — 126 и 184. Прочностью должны обладать ядра с нейтроновой оболочкой, состоящей из 184 нейтронов. Такие оболочки должны иметь элементы под номерами 110 и 114. Первый — аналог платины, второй — свинца. Наиболее интересным может оказаться элемент номер 126, особенно тот его изотоп, который тоже содержит 184 нейтрона. Он как бы дважды магический: магическое число протонов (126) и нейтронов (184).

Ученые уверенно движутся к острову стабильных сверхэлементов. Но сколько еще лет пройдет до того дня, когда начнутся исследования первых атомов элемента под номером 126?

И все же ждать, видимо, придется не слишком долго. Член-корреспондент Академии наук СССР В. И. Гольданский считает, что следующим после 105-го номера может быть и номер 106, и 114, и 126... Дело в том, что и в нашей стране и за рубежом предполагают применить новую методику получения сверхэлементов. Тяжелые ядра урана будут обстреливаться тяжелыми ионами урана. При столкновении двух урановых ядер на мгновение возникнет гигантское ядро, которое тут же распадается на два осколка. Среди этих осколков могут быть ядра самых различных элементов, в том числе и тех, которые займут номера 106, 114, 126.

Чем удивят нас стабильные сверхэлементы? Этого никто сейчас сказать не сможет. Конечно, некоторые их свойства предсказывает периодическая таблица. Однако вот ученые заполучили в свое время плутоний, и оказалось, что у него поистине уникальные качества.

Все металлы при нагревании расширяются, плутоний — сжимается. Он единственный имеет шесть различных кристаллических модификаций, проходит через шесть перекристаллизаций при колебании темпера-

туры от комнатной до 600—700 градусов, резко варьируя свой объем и плотность. Кстати, поэтому у него нет постоянного удельного веса, который зависит от температуры и изменяется от 16 до 20!

Вот какие чудеса скрывались за одним из трансуранных элементов таблицы Менделеева! Что уж говорить тогда о целом острове...

ЗАМОРОЖЕННЫЕ ПОЛУАТОМЫ

Так, значит, атомы как таковые, да и то в значительной мере искалеченные и оборванные, существуют лишь в четвертом состоянии вещества — в плазме? А в остальных трех — в твердом, жидким и газообразном — они входят только в состав молекул и кристаллов?

В этом утверждении есть доля истины. Да, подавляющее большинство твердых веществ, с которыми нам приходится иметь дело, состоит из молекул или кристаллов. И древесина, и вода, и почти все металлы, и стекло, и бумага...

Имеет кристаллическое строение и большинство химических элементов, если их выделить в чистом виде.

А вот жидкие элементы чаще всего — это атомы, почти освобожденные и от химических связей в молекуле, и от электрических — в кристалле.

Хотите посмотреть на них? Пожалуйста: ртуть, фтор, расплавленный свинец...

Среди газов атмосферы одинокую атомную жизнь ведут инертные газы.



Но все это в нашем «обычном» мире. А мы сейчас спустимся в царство глубокого холода.

...О существовании радикалов догадывались давно. Их присутствие и влияние неоспоримо чувствовалось в ходе многих реакций. Были разработаны блестящие теории разнообразных процессов, учитывающие их действие. Оставалось неясным только одно: есть ли они в действительности и можно ли их выделить?

Радикалы — нестойкие, крайне активные обломки молекул.

Среди множества их видов пройдем, не заметив, радикалы органических веществ — огромные куски молекул, содержащие иной раз несколько десятков атомов. Поинтересуемся лишь радикалами, состоящими из одного атома.

И «многоатомные», и «одноатомные» радикалы, бесспорно, появляются в ходе химических реакций. Появляются и тут же исчезают. Ведь их валентные связи особенно обострены. Они ищут малейшей возможности вступить в химическое соединение с другими такими же частицами, чтобы образовать электрически не заряженную, устойчивую молекулу. И поэтому «живут» они тысячные доли секунды.

А если в этот момент появления сделать радикал неспособным к ре-

акции? Да, вы угадали: именно благодаря этой уловке они и были обнаружены.

Рассказывают, что американцам Герберту Броду и Джону Пеллему сделать это открытие помог случай. На стеклянную трубку, через которую прокачивались продукты разложения аммиака, неловкий лаборант нечаянно брызнул жидким азотом. Когда азот испарился — это произошло весьма быстро, — на внутренней охлажденной стенке трубы стал виден налет синего вещества. Ученые не успели обменяться и двумя словами. Едва трубка начала нагреваться, таинственное вещество взорвалось!

Исследователи заинтересовались неожиданным эффектом и продолжили опыты. Скоро они научились довольно просто замораживать радикалы на долгое время.

Делается это так. Сначала молекулы газа, ну, скажем, кислорода, разбирают в пламени электрической дуги. (Надо ли объяснять известный каждому школьнику факт, что газы в воздухе, кроме инертных, находятся в молекулярном виде?) А затем ионизированную струю этого газа — в нем и свободные радикалы, и атомы — направляют на стеклянную стенку баллона с жидким гелием. И свободные радикалы, неистово жаждущие соединиться обломки молекул, внезапно скованные свирепейшим холодом чуть ли не абсолютного нуля, примерзают к стенке сосуда, уже не способные вступать в реакцию. Они осаждаются на омываемом гелием стекле, как на холодном топоре, внесенном в комнату с мороза, оседает иней.

Замороженные радикалы кислорода похожи на обыкновенную ледяную массу. Когда ее стали «нагревать» — это слово взято в кавычки потому, что повышение температуры не выходило за пределы глубокого холода, — прозрачный «лед из радикалов» начал темнеть, становясь все более фиолетовым. Ученые поняли: перед ними твердый озон, смешанный с двухатомным твердым же кислородом. И в общем, оказалось, что почти 30 процентов радикалов при таком нагревании образовывали молекулы озона.

Это уже было открытием, имеющим практическое значение. Ведь существующие установки для получения озона не дают выход этого газа выше 6 процентов.

Между тем озон — нужнейший в целом ряде отраслей промышленности газ.

Им можно очищать водопроводную воду от болезнетворных микробов лучше, чем хлором, причем вода не будет иметь неприятного запаха.

С его помощью удобно добывать золото, кобальт из их руд, серу из нефти.

Он прекрасно отбеливает целлюлозу, ткани, пряжу.

Он убыстряет старение вина и помогает сохранять свежими овощи и фрукты.

Но производство озона сложно и затруднительно. Вот почему так важно это открытие.

...Эффектным зрелищем радуют исследователей замороженные ионы азота. Едва на охлажденном жидким гелием стекле сосуда образовы-

вается тонкая пленка радикалов азота, она вспыхивает ярко-голубым светом. Новые и новые вспышки сопровождают намораживание новых слоев радикалов.

Иссякает струя ионизированного газа. Но еще несколько минут сияет удивительное вещество зеленовато-голубыми переливами.

В «замороженном» виде свободные радикалы держатся только при температурах в 20—30 градусов от абсолютного нуля. И это очень неудобно. Будь свободные радикалы способны длительное время существовать при более высоких температурах, они очень пригодились бы людям.

Ведь химическое соединение свободных радикалов идет с выделением значительно больших энергий, чем обычные реакции. Так, при горении керосина с кислородом — это «рядовое» ракетное топливо — выделяется на каждый килограмм максимум 2000 килокалорий тепла. А при горении радикалов этих веществ каждый килограмм сможет дать более 55 000 килокалорий. Это еще меньше, чем дает энергия ядерного горючего, но несравненно выше энергии химического горения. Топливо, состоящее из радикалов, позволило бы повысить скорость реактивной струи ракетного двигателя с 3000 до 15 000—18 000 метров в секунду! Как выросли бы возможности человека в освоении космоса!

Но, к сожалению, пока свободные радикалы не желают покидать области сверхнизких температур... Они упорно соглашаются существовать только в «замороженном» виде... Использовать же в качестве горючего ракет топливо, имеющее температуру всего на несколько градусов выше абсолютного нуля, очень неудобно.

Ученые ищут выхода. Может быть, будут найдены катализаторы, которые позволяют поднять замороженные радикалы в область более высоких температур... Может быть, будет найден какой-нибудь другой способ использовать их энергию...

Исследование свободных радикалов началось. И оно принесет еще много неожиданного, нового. Ведь и разбил-то свою историческую колбу с жидким азотом неловкий лаборант всего около двадцати лет назад, в 1954 году.

Двадцать лет — это небольшой срок для изучения совершенно нового класса веществ.

О ВОЗДУХЕ — ЖИВОМ И МЕРТВОМ

Еще в конце прошлого века русский медик И. И. Кияницын поставил интереснейший опыт. Он помещал морских свинок под стеклянный колокол, и воздух, подаваемый туда, пропускал сначала через раскаленный песок, а затем через вату и холодильник — это возвращало ему нормальную температуру. Чтобы в воздухе не было недостатка в водяных парах и он не был слишком сухим, под колоколом стояло блюдечко с водой...

Через несколько суток животные умирали. «Дистиллированный» воздух не поддерживал жизни...

Несколько десятков лет спустя эти полуза забытые опыты повторил профессор А. А. Чижевский. Он значительно упростил их, пропуская воздух только через вату. Но животные все равно неизбежно умирали... Они дышали мертвым воздухом.

Чего же им не хватало?

Чижевский сумел найти ответ на этот вопрос. Через комочек ваты в изолированное помещение с животными проникало все, что входит в состав воздуха,— азот, кислород, углекислый газ, атомы инертных газов. Не попадали туда только заряженные молекулы и атомы воздуха. Они теряли свои заряды, сталкиваясь с волоконцами ваты.

Значит, жизнь без них невозможна?

— Да, — доказал Чижевский, — отрицательно заряженные частицы необходимы организму. И чем их больше, тем лучше.

Ученые поставили многочисленные опыты. Прежде всего над животными. Оказалось, что цыплята, которых «облучали» потоками аэроинов — так Чижевский назвал заряженные частицы воздуха, — растут быстрее необлучаемых. Больные животные выздоравливают от облучения. Коровы в аэроионизированном коровнике дают больше молока.

Благотворно влияние аэроинов и на людей. Они способствуют излечению многих болезней, даже таких упорных, как гипертония.

Многие из нас испытывают постоянный недостаток аэроинов.

В каждом кубическом сантиметре атмосферы обычно содержится от 700 до 1500 отрицательных аэроинов. В воздухе иных курортов их число возрастает в 10 раз. А в городском воздухе отрицательных аэроинов раз в 5—10 меньше нормального!

Еще хуже воздух наших квартир, контор, цехов... Иногда число отрицательных аэроинов падает здесь до 25 в каждом кубическом сантиметре. Это уже почти тот мертвый воздух, в котором погибали морские свинки и кролики.

Чижевский не только обосновал с научной точки зрения в общем-то довольно очевидные истины, он изобрел устройство для повышения числа отрицательных аэроинов в закрытых помещениях.

Аэроионизаторы Чижевского входят в жизнь. Их можно встретить и на колхозных фермах Подмосковья, и на шахтах Караганды, и на различных предприятиях.

Впрочем, сверхувличение аэроионизаторами может принести и вред. Так же, как сверхувличение любым самым чудодейственным лекарством, как переедание самой вкусной и полезной пищи. К такому выводу пришли ученые Днепропетровского медицинского института лет через пятнадцать позже Чижевского. Они применили новую методику исследований, новые приборы.

Выяснилось, что воздействие ионизации любого знака, даже сравнительно не очень интенсивной, длящейся более месяца, начинает вызывать неблагоприятные реакции организма. У подопытных животных нарушается кислородный и тепловой обмены, наблюдаются изменения в составе крови. Особенно при монотонном длительном влиянии положительных ионов. Но избыток и отрицательных ионов тоже может повредить. Примерно так же воздействуют ионы и на организм человека.

По мнению днепропетровцев, нормальная для человека атмосфера должна содержать для динамического режима не больше десяти тысяч положительных и отрицательных ионов в каждом кубическом сантиметре воздуха. Ну, а если использовать только легкие отрицательные ионы, то и две и три тысячи их на кубический сантиметр будут только благотворны для здоровья, даже при стабильной ионизации.

Настанет день, когда аэроионизаторы будут такой же, безусловно, необходимой принадлежностью каждой квартиры, как сегодня электрическая лампочка.

Будет и другое: найдут способы обеспечить и городских жителей тем же количеством аэроионов, которым пользуются жители степей и лесов. Локализуется, а потом и вообще исчезнет вредное влияние заводов, фабрик, тепловых электростанций на аэроионизацию воздуха. Воздух городов станет лучше во всех отношениях.

СМЕРТЬ АТОМОВ

Ученых давно интересует вопрос о происхождении жизни на Земле. Почему возраст материков нашей планеты, измеренный по показаниям урановых часов, достигает пяти миллиардов лет, а жизнь мы можем проследить лишь на три миллиарда лет в глубь прошлого? Почему в течение долгих двух миллиардов лет после возникновения даже сегодняшних материков земля была «бездна и пуста»?

Есть целый ряд гипотез по этому поводу. Одна из них предполагает, что в те сверхдалекие времена была на нашей планете слишком высокая естественная радиоактивность, из-за которой и не могли появиться живые существа. Малейшую белковую молекулу, первую же живую клетку, осмелившуюся появиться на свет, немедленно расстреливали, разбивали снаряды вездесущего радиоактивного излучения молодых горных пород.

Трудно сегодня ответить, главная ли это причина. Но уже нет сомнения, что в годы буйной юности вещества, слагающего нашу планету, радиоактивность на ней была значительно выше, чем сейчас... Впрочем, почему бы нам самим лично не исследовать этот вопрос?

...Садимся в машину времени. Включаем ее могучие двигатели. Курс — в прошлое.

Скорость — 100 000 лет в секунду! И то нам потребуется целых три часа, чтобы достичь точки назначения — три миллиарда лет назад.

Как огромно прожитое Землей время! Как несизмеримо громадна не только по сравнению с отдельной человеческой жизнью, но и с жизнью всего человечества ее геологическая история!

Выходим — в специальных костюмах, вроде тех, что надевают космонавты, — из машины времени. Над нами непривычно светлое небо. Голые скалы прибрежья. Дует резкий ветер. Делаем анализ воздуха. Метан, азот, углекислый газ. Лишь легкие следы кислорода. Какой негостеприимной, непригодной для жизни была в те времена наша планета!

Достаем радиометр. О-о! Вместо редких щелчков, к которым мы привыкли как к среднему «фону», непрерывный пулеметный треск. Да! Живому трудно приспособиться к такому уровню радиации. Но откуда она?

Собираем образцы горных пород, камней, воды из океана, волны которого плещут о мертвый берег. Включаем автоматическую лабораторию. Почти мгновенно делается тончайший анализ. И вот уже в наших руках данные проведенного исследования.

В горных породах содержатся зауранные элементы — нептуний и плутоний. Встречаются также отсутствующие в наше время технезий и прометий.

Но всего поразительнее изотопный состав. Земля имела три миллиарда лет назад значительно большее разнообразие атомных ядер изотопов, чем в XX веке!

Все это — радиоактивные изотопы. У нас о них знают только ученые, получающие их искусственным путем. А тогда они играли значительную роль в жизни и формировании планеты. Но со временем распались и исчезли без остатка.

Распад радиоактивных изотопов продолжается и сегодня. К чему приведет он?

Вновь включаем машину времени — сразу на предельную мощность — и устремляемся в будущее. И вот мы на сотню миллиардов лет впереди. Если бы еще работали урановые часы, мы смогли бы установить, что древнейшим породам нашей планеты уже более 100 миллиардов лет... Но урановых часов уже нет в горных пластиах этого одряхлевшего мира. Уран распался без остатка.

Нет и калиевых часов. И радиоактивный калий распался без остатка. И торий, и радий... И висмут, занимающий 83-ю клетку периодической системы.

Но зато почти безмолствует радиометр. Кроме щелчков, рождаемых редкими ударами космических частиц, нечему разбудить его бодрый голос...

Но не беспокойтесь за судьбу родной Земли. Она сможет стать такой холодной и одряхлевшей, только если это не помешает планам человечества. Представьте, какого невиданного могущества, какой власти над материей оно к тому времени достигнет! И если захотят люди, они не допустят старения планеты, звезды... Может быть, на целую Галактику, а то и на целую Вселенную будет простираться их власть!..

ВЛАСТЬ НАД АТОМАМИ

Мне пришлось много подумать над тем, каким примером из науки сегодняшнего дня продемонстрировать власть человека над атомами и молекулами. Таких примеров может быть великое множество. И выплавка чугуна из руды, и варка стали, и получение алюминия из бурогрязных бокситов, и изготовление каучука из этилового спирта... Причем каждая из перечисленных перегруппировок атомов и молекул по воле людей имеет свои плюсы и минусы. И мне показалось логичнее расска-

зать о другом. О том, что, во-первых, касается каждого, во-вторых, относится к области производства, имеющего самую древнюю историю, в-третьих, сообщает данные сравнительно новые, только недавно вышедшие из лабораторий.

Помните ли вы некогда переходившие из одного научно-фантастического романа в другой «питательные таблетки»? Путешественника по времени, прибывшего в отдаленное будущее и отчаянно проголодавшегося, угощали одной-двумя конфетами величиной с пуговицу. Они, как правило, «таяли во рту», «были приятны на вкус», герой внезапно ощущал абсолютную сытость и немедленно становился ярым сторонником именно такого способа насыщения...

Сегодня питательные таблетки покинули область фантастики. И, разумеется, не случайно. В сутки человек должен в среднем получать 2500—3000 калорий энергии. Эта энергия скрыта в химических связях атомов пищи и освобождается при их разложении в организме подобно тому, как освобождается во время горения химическая энергия, заключенная в куске каменного угля. Но процесс освобождения и использования энергии пищи несравненно сложнее и тоньше процесса горения топлива.

Пища нужна организму для двух целей. Первая — восполнение энергетических затрат (это назначение пищи прямо подобно назначению топлива, сжигаемого в топке паровой машины). Вторая цель — служить строительным материалом. Чтобы человеческий организм мог успешно осуществлять обе задачи, в пище должны содержаться вещества пяти групп: белки, жиры, углеводы, соли, витамины и, кроме того, вода. Солей требуется в сутки около 20 граммов, витаминов — около грамма, жиров и белков — приблизительно по сто граммов, углеводов — около полукилограмма. Воды в среднем человеческий организм потребляет около двух литров. Отсутствие или систематический недостаток в пищевом рационе веществ хотя бы одной из групп приводит к тяжелым заболеваниям. Вспомните: отсутствие микроскопических доз йода вызывает появление зоба, недостаток витамина С влечет за собой цингу. Итак, минимальный вес необходимой человеку пищи составляет в сутки — в обезвоженном виде — более семисот граммов. Не очень-то вмещается это количество в таблетки величиной с пуговицу. А меньшее количество веществ не может содержать достаточного количества энергии, ибо человеческий организм приемлет ее только в виде химических связей. Переход на атомную, скажем, энергию лежит не только за пределами научного прогноза, но и вне области фантастики.

Вот почему современные фантасты избегают говорить о том, чем питаются их герои, или предоставляют им возможность лакомиться изделиями обычной земной кухни сегодняшнего дня. А зря! Потому что и эту область жизни ожидают в ближайшем будущем радикальные перемены.

Химия — одна из ведущих наук XX века. Новшества, внесенные ею в быт людей, грандиозны.

Естественные красители, лекарства из трав и порошки из минералов, каучук из сока гевеи давно заменены синтетическими. За ними последо-

вали синтетические ткани, искусственные кожи и меха — красивые, долговечные, гигиенические, более дешевые, чем их предшественники.

Ну, а дальше? Что еще подлежит замене?

— Пища, — отвечают химики.

Кстати, наша пища осталась почти такой же, как века и тысячелетия назад. Изменилось буквально все. Человек пересел из тарантаса, арбы и телеги в автомобиль, самолет и космический корабль. Сигнальный барабан там-там и скороходы-курьеры уступили место телефону и радио. Встали стоечные дома, выехали на поля могучие тракторы, загорелись электрические солнца... А много ли в нашем пищевом рационе того, что было бы неизвестно людям прошлых столетий? Мясо животных, плоды растений, молочные продукты...

Впрочем, лучшие умы человечества уже давно предвидели приближающуюся революцию. Вот что писал Дмитрий Иванович Менделеев: «Как химик я убежден в возможности получения питательных веществ из сочетания элементов воздуха, воды и земли помимо обычной культуры, то есть на обычных фабриках и заводах...»

А это слова знаменитого французского химика М. Бертоло, сказанные им в самом конце XIX века: «Проблема продуктов питания — проблема жизни. Когда будет получена дешевая энергия, станет возможным осуществить синтез продуктов питания из углерода (полученного из углекислого газа), из водорода (добытого из воды), из азота и кислорода (извлеченных из атмосферы)...

Мы говорили: организму нужны белки, жиры, углеводы, витамины, соли. Покрыть недостаток в минеральных солях крайне несложно. Проблема синтетического получения витаминов тоже решена: любой витамин сегодня просто продается в аптеке. И если где-то на земном шаре встречаются еще зоб, цинга, бери-бери и другие заболевания, связанные с недостатками в пище тех или иных витаминов и солей, виновата в этом не наука, а социальные условия или просто нерадивость.

Вряд ли имеет смысл вести речь об углеводах: нехватки их на нашей планете нет и не предвидится. Процессы получения сахаров из крахмала известны уже полтораста лет. А сегодня сахара умеют «добывать» хоть из древесины. Кстати, на Канском заводе, в Сибири, уже работает цех, изготавливающий пищевую глюкозу (один из сахаров) из... опилок. Фактически решен и вопрос синтеза жиров.

Остаются белки, нужные нам прежде всего как «строительный материал». И, к сожалению, именно пищевого белка в мире пока еще не хватает. По данным ЮНЕСКО, голодает до половины населения земного шара. В большинстве случаев это белковое голодание.

Наверное, многие на слышаны о фантастической трудности синтеза белка, о том, что биохимики чуть ли не сто лет бьются над этой проблемой, но и сегодня синтезированы лишь несколько простейших белков. Да, действительно, белков, притом чрезвычайно сложно устроенных, бесчисленное множество. Мало того, каждому организму свойственные свои, нигде больше не встречающиеся белки. Но все бесконечное разнообразие белков складывается из очень ограниченного числа аминокислот, как бесконечное разнообразие слов складывается из нескольких

десятков букв. Таких аминокислот, сравнительно простых органических соединений, — всего двадцать одна. Вот как невелик алфавит белкового мира!

Любые белки, попадающие в пищеварительный тракт человека, разлагаются ферментами на эти аминокислоты, а уже они-то усваиваются организмом. Следовательно, мы только облегчим работу пищеварению, если будем кормиться не белками, а аминокислотами. Причем часть этих кислот может синтезироваться в организме из других аминокислот, и незаменимых оказывается всего восемь. Соотношение их в пище должно быть довольно строгим, недостаток хотя бы одной может привести к трагическим результатам. Именно в этом, в значительной мере, причина белкового голода, так как в некоторых случаях организм получает много белка, но не может его усвоить из-за недостатка в нем всего одной аминокислоты.

Синтез аминокислот несравненно проще синтеза белка. Мало того, в ряде стран отдельные аминокислоты производят уже в промышленных масштабах. Количество одной из незаменимых аминокислот — метионина — уже в 1954 году перевалило в мире за 70 тысяч тонн. Более 10 тысяч тонн другой незаменимой аминокислоты — лизина — выпускается в США и Японии. Сегодня стоимость этих аминокислот — от трех до семи рублей за килограмм. Стоимость полного комплекта аминокислот, необходимых человеку, уже при этих ценах не превышает сорока копеек в сутки...

Вывод ясен: производство аминокислот, полностью заменяющих в пищевом рационе человека белок, под силу современной химии.

Нет, не случайно мы все время говорим о синтетических продуктах для человека, а не о синтетических кормах для животных, которых можно было бы затем употребить в пищу. Решить проблему синтетических кормов проще, да она уже практически и решается. Но это слишком дорогой и долгий путь: система «синтетические корма — животное — мясо» имеет «коэффициент полезного действия» всего 10—20 процентов. Значит, общий объем таких кормов должен быть в 5—10 раз больше, чем человеческой пищи, да еще нужны немалые затраты труда для обслуживания промежуточных звеньев — животноводства. Известный советский ученый академик А. Н. Несмиянов, под руководством которого разрабатываются многие идеи создания синтетической пищи, настойчиво подчеркивает, что речь должна идти о принципиальном решении проблемы для человека, а не для скота.

Но встают два вопроса.

Первый: обеспечит ли синтетическая смесь из незаменимых и заменимых аминокислот и четырех других составляющих плюс вода все необходимое для развития и жизнедеятельности человеческого организма? На этот вопрос ответ прост: да, обеспечит. Синтетическая смесь, составленная по четким представлениям современной науки, не раз проходила испытания. Ею кормили животных — не одно, а целый ряд последовательных поколений. Ею кормят в некоторых случаях людей — она используется в качестве лечебной диеты. И люди выздоравливают, крепнут...

И второй вопрос: а будет ли синтетическая пища вкусной? Не подменит ли она то наслаждение, которое каждый из нас в той или иной мере испытывает от еды, однообразным и скучным насыщением?

Чтобы ответить на этот вопрос, вернемся к началу разговора. Почему мы предпочитаем синтетические краски, синтетические ткани, ботинки на синтетической подошве? Да потому, что они лучше естественных. Так же и искусственная пища будет лучше естественной. Синтетическое яблоко будет вкуснее и ароматнее отборного апорта. Синтетический бифштекс доставит вам большее удовольствие, чем естественный. Синтетический виноградный сок превзойдет по вкусу сок натуральных виноградных гроздьев.

Самое сложное здесь — имитировать не только вкус, но и запах пищи. Однако и в этом нет ничего невозможного. В Институте элементоорганических соединений Академии наук СССР мне показывали уникальный штатив с пробирками. Ученый открыл одну из них — и по комнате распространился запах тушеной говядины. В другой пробирке был спрятан запах вареной курицы, в третьей — вареной рыбы... Все это были синтетические запахи, возникавшие в результате взаимодействия соответствующих наборов аминокислот, жиров и сахаров.

И уже совсем простая инженерная задача — добиться, чтобы синтетическая пища поступала к нам на стол не только в виде, скажем, полужидкого мусса или пасты. Из порошкообразной смеси можно формировать продукты любой консистенции. В том же Институте элементоорганических соединений группе журналистов предложили бутерброды с черной икрой. Потом оказалось, что половина бутербродов была с искусственной икрой. Ни видом, ни вкусом и запахом, ни формой она не отличалась от икры естественной. Во всяком случае, журналисты ее отличить не могли.

Создание синтетической пищи — грандиознейшая из революций, которые совершила и совершает химия. Последствия этой революции для всей жизни человечества будут огромны. Чтобы избежать обвинений в чрезмерной пылкости фантазии, я процитирую отрывок из научного доклада академика А. Н. Несмиянова и кандидата химических наук Беликова:

«...Несколько огромных заводов, расположенных в разных областях страны, богатых углем и нефтью, вырабатывают всю потребляемую населением пищу... Трудоемкое сельское хозяйство отошло в прошлое, за исключением разве плодоводства и цветоводства. Отошла в прошлое и индустрия, снабжающая сельское хозяйство машинами, горючим, удобрениями, средствами борьбы с полевыми вредителями. Освободилось для более производительной работы 34 процента занятого в сельском хозяйстве населения.

...Нет больше неурожайных лет и неурожайных местностей. Нет больше огромных потерь пищи за счет капризов природы, стихийных бедствий, вредителей, порчи, гнили, мороза... Отмерли профессии, связанные с кустарным приготовлением пищи... Идеальным становится гигиенический аспект питания...

Постепенно уменьшаются площади пахотной земли и взамен возра-

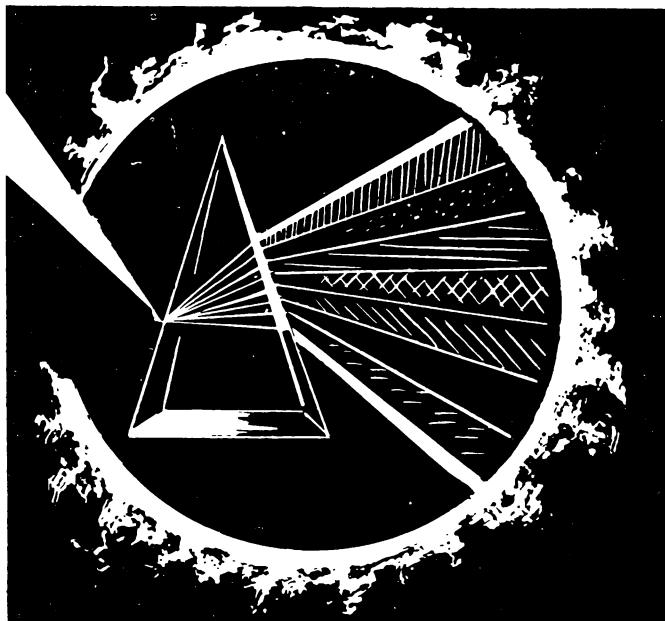
стает лесная и парковая площадь. Прекращается высыхание и обмеление рек...»

Весь мир станет прекраснее!

Но надо помнить: эта революция — дело долгих лет. И все эти годы химия будет выступать, как и сегодня, не врагом, а другом и союзником сельского хозяйства. Ведь подъем урожайности полей, расширение производства и повышение качества минеральных удобрений — это тоже забота химиков, и забота ближайшая. А проблема искусственной пищи, говоря словами того же А. Н. Несмелянова, «пока всего лишь посадка дерева, кроны которого уходит далеко в будущее, а корни заложены в почве и ждут самого заботливого ухода».

4

ГЛАВА



ЛУЧ-
ЦЕМЕНТ
МОЛЕКУЛ
И КРИСТАЛОВ

Э

лектромагнитное поле...

Очень давно люди встречались с ним, но как нескоро пришло элементарное понимание, что же это такое!

Кусок намагниченного железа или даже куски магнитного железняка, способные притягивать металлические предметы, в древних храмах нередко обожествлялись. Янтарь, наэлектризованный трением и увлекающий за собой пушинки и клочки бумаги, считался волшебным целительным камнем. Кстати, от греческого названия этого камня — «электрон» и родилось, может быть, самое могучее созвездие слов в современных языках многих народов: электричество, электрификация, электроприбор, электробур, электровоз, электролампа, электроакустика, электрография, электростатика, электроэррозия, электроника...

С легкой руки английского ученого У. Гилберта, в 1600 году впервые произнесшего термин «электричество», почти треть соответствующего тома Большой советской энциклопедии занята этим обширным семейством слов.

Немецкий физик Генрих Герц в 1886—1889 годах доказал существование электромагнитных волн и подтвердил тождественность их основных свойств свойствам световых волн, их общую природу. А сегодня применяется — в науке, технике, промышленности — и почти весь диапазон электромагнитных волн.

Широк электромагнитный спектр. В него входят и световые, и ультрафиолетовые, и инфракрасные, и рентгеновы лучи, и разнообразнейшие радиоволны. И все участки этого спектра нашли для себя работу.

Давайте познакомимся поближе с отдельными из них.

ПУТЕШЕСТВИЕ ПО СПЕКТРУ

Не надо думать, что материя в форме поля не действует на наши органы чувств. Именно с помощью электромагнитного поля, участка световых лучей в его спектре, видим мы все бесконечное разнообразие мира.

Не надо думать, что материя в форме поля неощутима, что не можем мы, вульгарно говоря, потрогать ее пальцами. И твердость вещества, и непроницаемость его обусловлены действием электрического поля, принадлежащего частицам, составляющим это вещество.

Наука веками подступала к этим, казалось бы, теперь совершенно очевидным истинам.

Даже великий Ньютон не смог подняться до понимания материалистической сущности явления, которое он сумел так ясно математически описать. Это Ньютон выдвинул гипотезу «дальнодействия». Для него способность находящихся на каком-то расстоянии друг от друга тел взаимодействовать являлась таким же первичным свойством их, как масса или размер. Силы взаимодействия существуют — и все тут. Ньютон пытался проникнуть в сущность их механизма, но на уровне знаний того времени эта была безнадежная попытка.

Знаменитый французский физик, математик, естествоиспытатель и

философ Рене Декарт никогда не встречался с Ньютоном не потому, что они жили в странах, разделенных морским проливом, а потому, что, когда Ньютону было всего семь лет, Декарт умер. И однако, именно Декарт стал основным оппонентом Ньютона. Ибо одной из важных его идей была убежденность в невозможности дальнодействия. Всякое взаимодействие между телами Декарт объяснял влиянием промежуточной среды. Этую среду он назвал эфиром. Вот откуда, еще с первой половины XVII века, пошло это понятие.

Спор о «дальнодействии» и «близкодействии» вначале касался только проблемы всемирного тяготения, а затем и области электромагнитных явлений. Первым четкую картину электромагнитного поля дал Фарадей всего лет 130 тому назад. По его представлениям, это особое напряженное состояние эфира. Английский физик Максвелл нашел математические формулы законов электромагнитного поля.

И у Фарадея и у Максвелла уже и речь не шла о каком бы то ни было «дальнодействии». Всякое действие передается от одной точки к соседней точке только через промежуточную среду и при этом с конечной скоростью — вот материалистическое понимание поля.

Максвелл же подтвердил еще очень неопределенную догадку Фарадея, что свет — тоже один из видов электромагнитного поля. А «взвесивший» в 1899 году луч света русский физик П. Н. Лебедев (наличие светового давления было одним из выводов теории Максвелла) окончательно позволил, так сказать, пощупать руками материальную сущность электромагнитного поля.

Двадцатый век принес новые знания. Планк и Эйнштейн ввели понятие элементарных частиц поля, элементарных частиц энергии — квантов и фотонов.

Конечно, не прибегая к математике, пользуясь лишь аналогиями, можно нарисовать только очень упрощенную, очень приблизительную схему.

Электрон — мельчайший носитель отрицательного заряда. Позитрон — мельчайший носитель положительного заряда. Но позитрон — редкий гость в нашем мире. А обычный носитель положительного заряда — протон.

Это наука знает достаточно точно. Она знает и то, что в ходе любых ядерных реакций и реакций взаимодействия элементарных частиц соблюдается закон неуничтожимости электрического заряда. Это такой же общий для микромира закон, как и закон сохранения энергии.

А вот что такое заряд, чем обусловлено его существование, каков его механизм — наука пока не знает. Электрический заряд для ученого — только свойство некоторых элементарных частиц.

Но зато наука довольно отчетливо представляет себе проявления электрического заряда.

Потрите стеклянную палочку сукном. Коснитесь теперь ею листочеков электроскопа. Они разойдутся. При трении на палочке появился избыток одноименно заряженных элементарных частиц, возник электрический заряд. Мы перенесли его на электроскоп. Одноименные заряды оттолкнули друг от друга листочки электроскопа.

По мере увеличения электрического заряда вокруг него все увеличивается электрическое поле.

Магнитные явления также имеют электрическое происхождение. В некоторых атомах поля, возникающие в результате движения электронов вокруг ядра, взаимно компенсируют, гасят друг друга. В других атомах такого гашения нет. Если поля этих атомов сориентировать в одну сторону, появится магнитное поле.

Электрическими силами объясняются все химические связи атомов в молекулах и связи в кристаллах.

В диэлектриках — веществах, плохо проводящих электрический ток, — заряды остаются длительное время в том месте, где они родились. В проводниках — к их числу принадлежат все металлы — заряды быстро расходятся. Они стремятся равномерно «охватить» весь металл. Поэтому, если мы хотим, чтобы по проволочке непрерывно шел поток электронов, мы должны непрерывно создавать на концах этой проволочки разницу зарядов, или, говоря по-инженерному, разницу потенциалов.

Поток электронов в проводнике, вызванный разницей потенциалов на его концах, и есть электрический ток.

Вокруг проводника с проходящим по нему током всегда существует электромагнитное поле.

Электромагнитное поле имеет двойственную природу. Частички, которые его составляют, — кванты — проявляют и корпускулярные, и волновые свойства.

Эти частицы весьма непохожи друг на друга. Они отличаются величиной заключенной в них энергии, длиной волны, которая им соответствует. Длина волны обуславливает целый спектр электромагнитных колебаний. Отдельные его участки были открыты в разное время, находили разные применения. И только значительно позже стало ясно, что все это — проявление одного и того же электромагнитного поля.

Что же представляет собой этот спектр?

Первыми человек обнаружил... видимые лучи. Можно ли сказать, кто и когда открыл их? Ведь люди всегда видели эти лучи... И все же у них есть первооткрыватель. Это — великий физик Исаак Ньютон. В 1666 году он поставил на пути белого солнечного луча стеклянную прizму и получил многоцветную радугу. С этого началось физическое учение о свете.

Лучи видимого участка электромагнитного спектра давно покорились человеку, который уверенно управляет их потоками с помощью линз, призм, зеркал. Ведь телескоп, микроскоп, эпидиаскоп, киноаппарат и так далее — это и есть устройства, в которых пучки лучей сжимаются, развертываются, переворачиваются так, как это нужно человеку.

Нашла широчайшее применение способность видимых лучей реагировать с веществом — расщеплять некоторые атомы, выбивать электроны. Вспомните бесконечные возможности фотографии. А ведь основана она на свойстве отдельных химических соединений серебра и других элементов изменяться под ударами фотонов.

Вспомните фотоэффект, в свое время немало удивлявший физиков. В вакууме электрическую цепь разрывали. К одному концу провода под-

соединяли цинковую пластинку. Ток по цепи не шел. Ударяли в пластинку сильным лучом света — прыгала и отклонялась стрелка гальванометра. Казалось, луч света соединял цепь. Это представлялось чудом. А теперь мы знаем: фотоны выбивали из цинка электроны, потоки которых и перепрыгивали через разрыв в проводе.

Спектры, получаемые при разложении призмой видимого луча, стали основой спектрального анализа, позволившего открыть на Солнце неизвестный тогда элемент гелий, узнать химический состав далеких звезд, данными опытов, а не умозрительных заключений обосновать единство материального мира. Спектральный анализ обнаружил и в земных породах целый ряд новых элементов. И сегодня к нему прибегают и астрономы, и геологи, и химики...

Спектральный анализ возможен потому, что каждое вещество, будучи нагрето, исторгает лучи только свойственных ему длин волн, участков спектра. А если содержащий буквально все частоты солнечный луч пройдет сквозь пары вещества, оно, наоборот, поглотит только свои длины волн. Образно говоря, у каждого вещества в спектре есть только свои участки излучения и поглощения, есть своя «подпись». По этой лучистой подписи и узнают ученые о наличии того или иного элемента.

Даже экспериментально открытые русским физиком П. Н. Лебедевым свойство света оказывать механическое давление на освещаемые им предметы, несмотря на его неуловимую малость, не пропадает без пользы. Им не только объясняют наличие у комет газовых хвостов. Им не только обосновывалась возможность переноса зародышей жизни по Вселенной. С его помощью предполагают некоторые теоретики космонавтики перемещаться в околосолнечном пространстве. Гипотетические космические корабли широко раскинут гигантские паруса зеркал, в которые «задует» световой ветер. Даже расчеты таких космических бригантий не раз появлялись на страницах печати...

Генератором, источником видимых лучей может быть любое материальное тело. Для этого надо его нагреть до достаточно высокой температуры. Светится вольфрамовый волосок электрической лампочки, раскаленный чуть ли не до 3000 градусов. Светится, озаряя помещение цеха, струя расплавленного металла, льющегося из мартена в ковш. Светится пламя спички. Значит, и твердое, и жидкое, и газообразное вещество, достигнув высокой температуры, генерирует, исторгает видимые лучи.

Фотоны видимого света, электромагнитные волны видимого света рождаются в электронных оболочках атомов. Возбудился электрон, перескочил с одной дозволенной ему законами квантовой механики орбиты на другую — и вылетает квант света. Их общий поток и создает сияние вокруг накаленного тела.

Видимые лучи составляют очень небольшой участок спектра. Их длина — от 0,78 микрона (это темно-красный цвет) до 0,38 микрона (темно-фиолетовый цвет). Между этими двумя точками на электромагнитном спектре расположено все богатство цветов и оттенков мира.

Чем объясняется такая узкая избирательность нашего зрения? Видимо, в первую очередь свойствами атмосферы Земли, которая наиболее

прозрачна именно для этих лучей. Кстати, есть организмы, которые воспринимают электромагнитные волны других длин. Так, утверждают естествоиспытатели, филины и совы, безнадежно слепые в ярком блеске солнечного дня, хорошо видят «тепловые» лучи — на нашем спектре электромагнитных колебаний они входят в участок невидимых инфракрасных волн. Считают, что эти птицы видят даже те лучи, которые испаряют более теплое, чем окружающее пространство, тело животного — мыши, сурка. Поэтому так безошибочно и кидается сова на мышь, почти бесшумно пробегающую по земле темной ночью...

Легко представить существа, которое обладает несравненно более широким, чем наше, зрением, которому доступны гамма-лучи и радиоволны. Для него нестерпимо ярко — разными цветами — полыхают антенны радиостанций. На небе сияют радиозвезды; яркость иных из них не уступает яркости Солнца в видимых лучах. Светятся трамвайные провода, легким трепетным сиянием покрыты электролинии, ведущие к лампочкам. Батареи отопления и даже человеческие тела испускают потоки лучей. По сравнению с многоцветным зрением такого существа наше зрение может считаться просто черно-белым.

Ну, а много ли прибавило бы такое зрение к возможности познавать мир? Не очень. И не видя, мы изучили все многообразие электромагнитного спектра, выяснили, какие лучи что испускают. Нашли им множество применений. И мы могли бы сказать этому тысячекому фантастическому чудовищу: мы не знаем, какой представляется тебе радиоволна длиной 6 метров 3 сантиметра. Но мы знаем о ней больше, чем ты. Знаем законы ее рождения, жизни, исчезновения... Заставляем ее служить нам. Ведь на этой радиоволне мы передаем программу Московского телеканала...

НЕВИДИМОЕ СИЯНИЕ

Если вы можете достать призму, пропустите сквозь щель в экране тонкий солнечный луч и внимательно рассмотрите спектр. Попробуйте найти его крайние точки. Отнюдь не легко установить границы, где темно-красные и темно-фиолетовые оттенки становятся столь глубокими, что переходят в темноту. Кажется, всмотрись внимательнее — и ты увидишь еще что-то...

И действительно, электромагнитный спектр не кончается ни фиолетовым, ни красным цветом. Он далеко простирается в обе стороны.

Первым обнаружил это знаменитый английский астроном Вильям Гершель — тот самый, который открыл с помощью своего самодельного телескопа Уран — седьмую планету Солнечной системы, несколько спутников, множество туманностей и звездных скоплений. В 1800 году он исследовал видимый спектр с чувствительным градусником, стремясь установить, какие лучи какое оказывают тепловое воздействие. И был вначале удивлен, когда градусник показывал еще большее повышение температуры, чем в спектре, за его крайней красной линией. Гершель тогда же пришел к выводу, что «тепловые лучи» — мы их теперь обычно

называем инфракрасными — подчиняются тем же законам, что и лучи видимого спектра.

Конечно, и инфракрасные лучи используются сегодня людьми. Благодаря большой длине своих волн они лучше проходят сквозь туманы. На этом их свойстве основаны специальные аппараты для видения в тумане и в ночной темноте.

В инфракрасных — проникающих — лучах ученым удалось сфотографировать ядро нашей Галактики, заслоненное непрозрачными облаками межзвездного газа.

Приходилось ли вам наблюдать, как «пышет жаром» от горячей, но абсолютно не светящейся чугунной дверцы печки, когда вы приблизите к ней руку? Нет, это не струи теплого воздуха переносят тепло — это действие невидимых инфракрасных лучей.

Вот потоками таких лучей и сушат корпуса автомобилей и фрукты в сушилках самых различных конструкций.

Инфракрасные лучи испускают все нагретые предметы. Чем выше их температура, тем меньше длина лучей. И наконец, при 500—550 градусах они начинают светиться видимым густо-красным цветом.

Но это вовсе не значит, что нагретые еще выше тела перестают излучать инфракрасные лучи! Полезнейшее открытие сделал бы человек, найди он способ прекращать инфракрасное излучение у тел, уже выбрасывающих видимые лучи... Ведь даже электрическая лампочка накаливания, специально предназначенная для генерирования световых лучей, превращает в них едва 5 процентов всей используемой энергии. А остальные 95 процентов переходят в инфракрасные лучи.

Из этого факта можно сделать два вывода. Первый — что обыкновенная лампочка накаливания не слишком хорошо выполняет свою главную задачу «светить, и никаких гвоздей». Ведь ее коэффициент полезного действия всего пять процентов! Становится понятным, почему в последние годы все чаще используются разнообразные газосветные лампы. Они не так расточительны и неэкономичны. И второй вывод — что электрическая лампочка является отличным генератором тепловых лучей.



За инфракрасными лучами в электромагнитном спектре следуют радиоволны.

Мы говорили, радиоволны впервые получил экспериментально немецкий физик Генрих Герц. Это его имя гениальный русский изобретатель А. С. Попов передал с помощью первого в мире радиотелеграфа.

Но диапазон радиоволн беспредельно огромен. Волны длиной менее 10 метров называют ультракороткими, от 10 до 200 метров — короткими, от 200 до 3000 метров — средними и, наконец, более 3000 метров — длинными. Какой же длины волны удалось получить Герцу?

Это были волны, которые мы сегодня отнесли бы к ультракоротким: в первых опытах — длиной около 6 метров, несколько позже — в 60 сантиметров.

Не сразу стало ясно, что радиоволны — только разновидность световых лучей, только другой участок электромагнитного спектра. Чтобы доказать это, надо было сомнуть участки, получить радиоволны всех длин, в том числе и непосредственно соседствующие с инфракрасными световыми волнами. И постепенно это было сделано.

Еще в 1895 году П. Н. Лебедев, пользуясь чрезвычайно маленькими вибраторами, сумел возбудить волны длиной всего в 6 миллиметров.

В 1922 году советский физик А. А. Глагольева-Аркадьева получила радиоволны длиной 0,35 миллиметра.

Тепловые волны такой же длины излучают и нагретые тела. Диапазоны сомкнулись. Электромагнитный спектр стал непрерывным.



Ну, а в другую сторону от видимых лучей? Есть ли там что-нибудь? Или лучи света — крайний участок электромагнитного спектра?

Нет, не крайний. За последней видимой полосочкой темного, почти черного фиолета развертывается обширная область ультрафиолетовых лучей. Их открыл в 1801 году английский естествоиспытатель У. Волластон по действию на фотопластинку. Оказывается, соединения серебра способны «видеть» не только видимый свет, не только некоторые инфракрасные лучи, но и все виды лучей, которые простираются за ультрафиолетовой стороной спектра.

Это под их влиянием проходят неуловимо тонкие превращения некоторых витаминов в коже человека, превращения, без которых резко ухудшается здоровье.

Еще недостаточно хорошо изучены все стороны воздействия ультрафиолета на человеческий организм. Но есть сведения, что, например, облучение светом электрической дуги (80 процентов подводимой к ней энергии преобразуется в ультрафиолет) обладает сильным целебным эффектом.

За областью ультрафиолетовых лучей лежит область лучей, названных в честь знаменитого немецкого физика Вильяма Рентгена. Без них теперь не мыслятся самые различные области техники, промышленности, медицины.

Для получения рентгеновых лучей созданы специальные приборы — рентгеновские трубы. Они напоминают по устройству электронные лампы, с которыми мы уже знакомились. У рентгеновских трубок также есть катод — вольфрамовая проволочка, накаляемая электрическим током до высокой температуры. Излучаемый проволочкой поток электронов подхватывается электромагнитным полем и направляется к пластинке анода. Ударяясь о нее, электроны и вызывают потоки рентгеновых лучей.

Рентгеновы лучи обладают очень большой проникающей способностью. Они легко проходят сквозь тело человека.

Надо ли напоминать, как много дает это «видение насквозь» нашим медикам? Оно позволяет точно установить расположение осколков и пуль в организме раненого, переломленные и вывихнутые кости, нечаян-

но проглашенный ребенком металлический предмет и т. д. Оно помогает распознать целый ряд болезней еще до того, как они развились и начали представлять опасность для жизни.

Рентгеновы лучи нужны и в технике. С их помощью можно выявить внутренние дефекты металлических деталей, которым предстоит трудная и ответственная работа, исследовать структуру, кристаллическое строение веществ. У инженеров и техников рентгеновы лучи выполняют не менее ответственные задания, чем у врачей.

Следующий участок — гамма-лучи. Это самые проникающие из лучей электромагнитного спектра.

Их открыл в 1896 году хорошо нам известный физик Анри Беккерель. Опыт, с помощью которого было это тогда сделано, беспредельно прост. Он вошел во все учебники физики, во все книги по истории науки.

Да, это именно они засветили фотопластинку, на которую ученый положил кусок урановой руды. Но ведь радиоактивный распад — сложное явление, сопровождаемое разными видами излучения. Надо было разобраться.

Крупинку радиоактивного вещества поместили на дно ямки, выдавленной в куске свинца. Таким образом, удалось получить направленный пучок радиации. На подставленной фотопластинке возникало темное пятно.

Этот невидимый поток радиации окружили полями мощного подковообразного магнита. И на фотопластинке начали появляться три пятна. Словно бы часть радиации притягивалась к положительному полюсу магнита, часть — к отрицательному, а третья вообще не реагировала.

Впоследствии установили, что в потоке радиации солей радия содержатся электроны (их поток и отклонялся к северному полюсу магнита) и протоны (их отклонял к себе южный полюс). А не реагирующие на магнитное поле лучи назвали гамма-лучами. Они и оказались самой коротковолновой частью электромагнитного спектра. Гамма-лучи имеют длину волн от 0,00000001 сантиметра и меньше. Меньше до любой величины... Это — край спектра...

Гамма-лучи резко отличаются, скажем, от радиоволн: очень трудно заставить их проявить свою волновую природу (хотя ученые и это умеют делать). Зато значительно четче проявляются их корпускулярные свойства. И гамма-лучи чаще рассматривают поэтому как поток гамма-квантов.

Чтобы ослабить интенсивность этого потока вдвое, надо поставить свинцовую стенку толщиной в 1,6 сантиметра. Алюминиевая пластина толщиной лишь в 12 сантиметров может достичь того же эффекта.

Гамма-лучи, как мы говорили, используются при поисках залежей радиоактивных элементов. Это с их помощью как бы непрерывно дают знать о себе руды урана: «Мы здесь! Мы здесь...» Надо только уметь услышать этот голос. Счетчики Гейгера — Мюллера (мы уже рассказывали об их устройстве) помогают обнаруживать его и переводить на язык доступных сигналов.

■

Таков общий фронт электромагнитного спектра. Но хотя мы и можем уже обозреть его целиком — от радиоволн длиной в сотни километров до гамма-лучей, больше похожих на частицы вещества, чем на электромагнитные колебания, — нельзя сказать, что в нем нет тайн для человека.

СВИДЕТЕЛИ РОЖДЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Одно из последних по времени интересных открытий, связанных с электромагнитным спектром, — это, конечно, открытие реликтовых лучей, наполняющих нашу Вселенную. Но на этом, право же, стоит остановиться подробнее.

Обнаружены они были случайно. Сотрудники американской лаборатории «Беллтелефон» разрабатывали систему связи с помощью искусственного спутника Земли. Действовать эта система должна была на волнах длиной в 7,5 сантиметра. Столь короткие волны применительно к спутниковой радиосвязи имеют некоторые преимущества, но до А. Пензиаса и Р. Уилсона никто этой проблемы не решал. Они пришли, так сказать, на целину и готовились проложить по ней первую борозду. В частности, позаботиться о том, чтобы на той же волне не оказалось сильных помех или, во всяком случае, чтобы о таких помехах работники связи знали заранее. Ведь тогда, в 1964 году, считали, что радиоволны, идущие из космоса, могут посыпать лишь объекты вроде радиогалактик или звезд.

В распоряжении ученых был исключительно точный приемник и поворотная рупорная антенна. И вот едва antennu навели на одну из точек небосвода, репродуктор начал хрюкать. Наверное, специалисты удивились своему «везению»: в первом же замере — источник радиоизлучения. Но куда бы они ни направляли antennu, эффект оставался прежним. Вновь и вновь проверялась исправность аппаратуры, но она была в полном порядке. И наконец, Пензиас и Уилсон поняли, что насткнулись на неизвестное ранее явление природы: вся Вселенная как бы наполнена радиоволнами 7,5-сантиметровой длины.

Это сообщение было опубликовано. И уже ученые многих стран начали поиски источников таинственных радиоволн, улавливаемых всеми приспособленными для этой цели антеннами и приемниками, где бы они ни находились и на какой бы участок неба ни нацеливались. Причем интенсивность радиоизлучения на волне 7,5 сантиметра в любой точке была абсолютно одинаковой.

Советские физики А. Г. Дорошевич и И. Д. Новиков произвели сложнейшие подсчеты. Они учли имеющиеся во Вселенной источники излучения, учли и то, как изменилось излучение тех или иных объектов во времени. И оказалось, что в области сантиметровых волн эти излучения минимальны и, следовательно, за новое явление никак не ответственны.

Между тем дальнейшие исследования показали, что плотность «фотонного киселя» (так назвали загадочное излучение) очень велика. Не привычно сравнивать его с массой всей материи, но попробуем сделать это. Так вот, если все вещество всех видимых галактик равномерно «размазать» по пространству Вселенной, то на три кубических метра придется лишь один атом водорода (для простоты материю звезд будем считать водородом). И в то же время в каждом кубическом сантиметре реального пространства содержится около 500 фотонов. Прямо скажем, немало, даже если сравнивать не количество единиц вещества и излучения, а прямо их массы. Откуда же взялись столь интенсивные силы?

В свое время советский ученый А. А. Фридман, решая одно из знаменитых уравнений Эйнштейна, пришел к выводу, что наша Вселенная находится в постоянном расширении. Вскоре было найдено и подтверждение этому: американец Хаббл обнаружил «разбегание» галактик. Экстраполируя его в прошлое, можно вычислить момент, когда все вещество Вселенной находилось в одной точке и плотность его была, разумеется, несравненно большей, чем сейчас. В ходе расширения, пропорционально ему происходит и увеличение длины волны каждого кванта. При этом квант как бы «охлаждается» — ведь чем меньше длина его волны, тем он «горячее».

Сегодняшнее сантиметровое излучение имеет температуру около 3 градусов абсолютной шкалы Кельвина. А десять миллиардов лет назад, когда Вселенная была несравненно меньше, а плотность ее вещества — очень большой, эти кванты обладали температурой порядка 10 миллиардов градусов. С тех пор и «засыпана» наша Вселенная непрерывно остывающими квантами. Вот почему «размазанное» сантиметровое радиоизлучение получило название реликтового.

Реликты, как известно, — остатки древнейших животных и растений, сохранившиеся до наших дней. Кванты сантиметрового излучения — безусловно, самый древний из всех возможных реликтов. Ведь они пришли к нам из «доисторических» времен.

Практически ничего нельзя сказать о том, каким было вещество в нулевой момент, когда его плотность была бесконечно большой. Но процессы, происходившие во Вселенной всего через секунду после ее рождения, ученые представляют себе уже довольно хорошо. Сведения об этом принесло именно реликтовое излучение.

Итак, прошла секунда с нулевого момента. Материя имела температуру в 10 миллиардов градусов и состояла из своеобразной «каши» реликтовых квантов, электронов, позитронов, нейтрино и антинейтрино. Плотность «каши» — более тонны на каждый кубический сантиметр. В такой «тесноте» непрерывно сталкивались нейтроны и позитроны с электронами, протоны превращались в нейтроны и наоборот. Но преобладали кванты — в миллиард раз. Конечно, при подобной плотности и температуре не могли существовать никакие сложные ядра веществ: они тут же распадались.

Прошло сто секунд. Расширение Вселенной продолжалось, плотность ее непрерывно уменьшалась, температура падала. Позитроны почти исчезли, нейтроны превратились в протоны. Началось образование атом-

ных ядер водорода и гелия. По расчетам, тридцать процентов протонов слились, образуя ядра гелия, семьдесят же процентов их остались одинокими, стали ядрами водорода. В ходе этих реакций возникали новые кванты, но их количество не шло уже ни в какое сравнение с первонаучальным, так что можно считать, что оно и вовсе не изменилось.

Расширение Вселенной росло. Плотность «каши», столь круто заваренной природой вначале, снижалась пропорционально кубу линейного расстояния. Проходили годы, столетия, тысячелетия. Прошло три миллиона лет. Температура «каши» к этому моменту упала до 3—4 тысяч градусов, плотность вещества также приблизилась к известной нам сегодня. Однако сгустки материи, из которых сложились бы звезды и галактики, возникнуть еще не могли: слишком велико было в то время лучевое давление. Даже атомы гелия и водорода оставались ионизированными: электроны были отдельно, протоны и ядра атомов — отдельно.

Только к концу трехмиллионнолетнего периода в остывающей «каше» стали появляться первые сгущения. Их было поначалу мало: едва одна тысячная часть «каши» сгостила в своеобразные протозвезды, как они начали «гореть», аналогично современным звездам. И исторгаемые ими фотонами и кванты энергии опять разогрели «кашу» до температур, при которых образование новых сгущений снова оказалось невозможным.

Периоды остывания и повторного разогревания «каши» вспышками протозвезд чередовались, сменяя друг друга. А на каком-то этапе расширения Вселенной новые сгущения стали практически невозможны уже потому, что некогда столь густая «каша» слишком «разжижилась». Примерно пять процентов материи успело объединиться, а 95 процентов рассеялось в пространстве. Так «рассеялись» и некогда горячие кванты, породившие излучение, которое мы сегодня называем реликтовым. Так рассеялись и ядра атомов водорода и гелия, которые входили в состав «каши». Отсюда вывод: большая часть материи нашей Вселенной находится отнюдь не в составе планет, звезд и галактик, а в межгалактическом газе — 70 процентов водорода и 30 процентов гелия...

Затем развитие Вселенной миновало стадию протозвезд и вступило в стадию обычного дня нас вещества, обычных разворачивающихся спиральных галактик, обычных звезд, самая знакомая из которых — наше Солнце. Вокруг некоторых из этих звезд возникли системы планет, по крайней мере на одной из таких планет появилась жизнь, в ходе эволюции породившая разум.

Как часто встречаются в просторах космоса звезды, окруженные хороводом планет, ученые пока еще не знают. Ничего не могут они сказать и о том, как часто возникает на планетах жизнь. Как часто растение жизни расцветает пышным цветком разума. Известные нам сегодня гипотезы, трактующие все эти вопросы, больше похожи на малообоснованные догадки. Но...

Но сегодня наука развивается лавинообразно. Совсем недавно учёные вообще не представляли себе, как начиналась наша Вселенная. Открытое более десяти лет назад реликтовое излучение позволило нарисовать ту картину, которую сверхскжато, фрагментарно мы рассмотрим.

рели. Сегодня у человечества еще не хватает фактов. Начавшееся проникновение в космическое пространство, посещения Луны и других планет, без сомнения, принесут нам такие факты. А за фактами последуют уже не гипотезы, а строгие выводы...

Однако вернемся к реликтовому излучению. О чём еще рассказали эти свидетели рождения нашей Вселенной?

Мы упоминали о том, что А. А. Фридман решил одно из уравнений, данных Эйнштейном, и на основе такого решения открыл расширение Вселенной. Для этого надо было задать так называемые начальные условия. Фридман исходил из предположения, что Вселенная изотропна, что вещество в ней распределено равномерно. И в течение пятидесятых последующих лет вопрос о том, правильно ли было его предположение, оставался открытым. Сейчас он по существу снят. Об изотропности Вселенной свидетельствует удивительная равномерность реликтового радиоизлучения. Второй факт — распределение вещества Вселенной между галактиками и межгалактическим газом. Ведь межгалактический газ, составляющий основную часть материи, распределен столь же равномерно, как и реликтовые кванты.

Открытие реликтового излучения дает возможность заглянуть не только в сверхдалекое прошлое — за такие пределы времени, когда не было ни Земли, ни Солнца, ни нашей Галактики, ни даже самой Вселенной. Но и в сверхдалекое будущее — когда уже не будет ни Земли, ни Солнца, ни Галактики, а сама Вселенная станет доживать свои последние дни.

Снова вспомним о явлении расширения Вселенной, о том, как разлетаются в пространство слагающие ее звезды, галактики, облака пыли и газа. Вечен ли этот процесс? Или же он замедлится, остановится, а затем сменится сжатием? И не являются ли сменяющие друг друга сжатия и расширения Вселенной своеобразными пульсациями материи, неуничтожимой и воистину вечной?

Ответ на эти вопросы зависит в первую очередь от того, сколько материи содержится во Вселенной. Если ее общего тяготения достаточно, чтобы преодолеть энергию разлета, то расширение неизбежно сменится сжатием, при котором галактики постепенно сблизятся, начнут задевать друг за друга, а затем и сливаться. Ну, а если сил гравитации для торможения и преодоления инерции разлета недостаточно, Вселенная обречена: она рассеется в пространстве.

Грядущая судьба всей нашей Вселенной! Существует ли проблема более грандиозная? Изучение реликтового излучения дало науке возможность ее поставить. И не исключено, что дальнейшие исследования позволят ее решить.

НОВЫЕ ПРОФЕССИИ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Да, в первую очередь надо ожидать открытия все новых, неожиданно оригинальных и необыкновенно важных различных участков электромагнитного спектра. Различных видов электромагнитного поля.

Вот, например, что только не делает сегодня электричество! Не перечислить, наверное, возможных его «услуг». Да и все ли они уже известны?

— Нет, конечно, не все,— отвечает на этот вопрос создатель и директор Института электрофизических проблем, действительный член Молдавской академии наук Борис Романович Лазаренко.— И незачем далеко ходить за доказательствами. Перед Великой Отечественной войной как раз мне, молодому тогда ученому, выпала честь открыть (вместе с женой — Наталией Лазаренко) принципиально новое применение электричества — электроискровой способ обработки материалов. Сейчас станки, использующие этот способ, имеются во всех странах мира. Чего только на них не обрабатывают! И сверхтвердые сплавы, и даже алмазы... Но, разумеется, и в более позднее время находили новые «нагрузки» электричеству. Я считаю, что они появляются каждый год, причем в самых неожиданных областях науки, техники и промышленности... Сейчас же мне хочется остановиться на одной из таких областей — сельскохозяйственной биологии...

О том, что электричество оказывает влияние на деятельность организмов, люди догадывались очень давно. Ну, хотя бы потому, что удар молнии убивает человека... Лет двести назад начали понимать, что и в жизненных процессах электричество тоже играет немалую роль.

И все-таки эта роль по существу еще не выявлена.

Вот простейший опыт. Помещают растение в электрическое поле, по своим параметрам отличающееся от существующих в природе полей. Проходит всего 20 минут — и растение начинает увядать. А через два часа — это уже мертвый стебель со свернувшимися листьями, опавшими ветвями.

Как будто бы все ясно. Но...

Бывает, что этот опыт идет совсем по-другому. Растение не только не увядает, оно начинает стремительно развиваться и дает урожай в 4—6 раз больший, чем контрольный экземпляр.

И еще. Ученые пропускали электрический ток по поверхности почвы со всходами. Как правило, большинство из них погибало. Но и в этом случае бывали неожиданности — вдруг вырастали гиганты: редис диаметром в 130 миллиметров, морковь — в 310 миллиметров и весом в 5,5 килограмма.

Чем объясняется тот или иной результат? Пока неизвестно. Дело в том, что никто еще по-настоящему не исследовал живой организм как единую электрическую систему. А ведь управлять природой можно, только постигнув ее законы...

Сколько волшебных возможностей таится в изучении электрической стороны биологических процессов! С полной достоверностью можно утверждать, что работы в этом направлении позволят перевести сельскохозяйственное производство на новый, высший уровень.

Вот некоторые примеры того, чем сейчас занимаются и советские и зарубежные ученые.

Более полувека назад семена горчицы проращивали на увлажненной ткани, помещенной между двумя электродами. Уже на вторые сутки се-

мена, находившиеся у положительного полюса, начинали оживать. На седьмые сутки ростки достигали высоты 25 миллиметров. А семена, находившиеся у отрицательного полюса, едва давали первые всходы...

Мы испытывали семена различных растений в магнитном поле. Оказалось, что семена, которые обращены корешком зародыша к южному полюсу, быстро прорастают и образуют крепкие корень и стебель. Если же их ориентировать к северному полюсу, то прорастают они медленно, и все равно, образовав петлю, корень изгибается к южному полюсу.

Но ведь и земля имеет постоянное магнитное поле! Опыты подтвердили: и оно влияет на прорастание семян! На очереди задача создать машины, которые клали бы в землю семена, ориентированные так, чтобы они развивались быстрее и энергичнее. Это поможет урожаю.



Теперь о проблеме фотосинтеза.

Очень старая проблема! Сколько институтов, лабораторий, ученых бьются над ней, стремясь разгадать биохимическую сущность удивительного творения сложных органических молекул из углекислого газа, воды, солей и... лучей солнца, которое природа поистине несчетное количество раз осуществляет в каждой клетке зеленого листа любого растения!

Расшифруется фотосинтез — и, может быть, мы перенесем производство жиров, белков и углеводов с полей на фабрики и заводы...

Но секрет не разгадан. И не будет разгадан до тех пор, пока не перестанут пренебрегать «электрической стороной».

Известно уже давно, что каждая клетка имеет свой электрический потенциал, что в ней протекают ионные процессы. Но лишь совсем недавно удалось установить, в чем же источник электрической энергии, вызывающий эти процессы.

Между затененной и освещенной стороной листа растения существует довольно значительная разность потенциалов, и он представляет собой нечто вроде многослойной полупроводниковой солнечной батареи.

Вот, оказывается, с каких позиций можно подходить к изучению фотосинтеза! И, вероятно, скоро он будет описан в виде математических уравнений квантовой механики.

Именно квантовой механики, ибо в нем «действуют» кванты света, электронные и ионные взаимосвязи.

Вот на каком глубинном уровне вершит природа свои реакции, создающие живое...

Познав электрический механизм всего растения, мы сможем и управлять им. И тогда пятикилограммовая морковь и редиска величиной с лыжню перестанут быть уникальной редкостью не поддающегося повторению случайного опыта.

А вот еще одно из новых применений электричества. Знаете ли вы, какое хлопотливое и сложное дело — прививка саженцев винограда? Кстати, каждый год, за два-три весенних месяца по стране надо сделать около миллиарда таких прививок. Это сложный процесс в жизни расте-

ния! Особено важно соблюсти точный температурный режим, причем многие саженцы необходимо после прививки держать так, чтобы верхняя и нижняя части черенка находились под воздействием разных температур. Расхождение даже в 2—3 градуса резко сказывается на результатах.

В нашем институте разработан (уже широко распространявшийся) аппарат, который позволяет обеспечивать 24 градуса в верхней части саженца и 22 в его нижней части. Именно этот перепад температур вызывает усиленное поступление питательных веществ к месту «спая» и, как следствие, — очень хорошее качество прививок.



Электричество может защищать сады от насекомых и вредителей.

Большинство из них в какой-то период превращаются в бабочек. Вспомните поговорку о мотыльке, который летит на свет... Вот этим-то мы и воспользовались.

Мы установили в контрольных садах специальные светильники, излучающие световые волны разной длины, на разной высоте от почвы. Выяснилось, что для каждого вида вредителей нужна своя оптимальная длина световой волны, своя наилучшая высота расположения. Определив наиболее подходящие параметры для всех деталей нашей установки, мы снабдили ее крестообразными сетками, на которые подали высокое напряжение. Попадая между сетками,— а насекомые, прилетев на зов луча, неизбежно начинают кружиться вокруг источника света,— они замыкают контакт и крохотная искра уничтожает их.

По утрам, выходя в сады к нашим «фонарям», мы находили около них на земле тысячи убитых насекомых. Оказалось, что каждая из этих установок привлекает к себе вредителей с расстояния до двух километров, что они уничтожают более 200 видов садовых вредителей, более 100 видов лесных вредителей, а всего около 500 различных видов. При этом они абсолютно безвредны, например, для пчел, которые летают днем, а не ночью. Кстати, очень скоро мы перестанем находить утром останки вредных насекомых: наши ловушки пристрастились навещать лягушки, мыши, ежи — природные союзники человека. Им понравился даровой обед.

Хочу добавить, что наш «электрический способ» борьбы с вредителями чрезвычайно выгоден с экономической точки зрения.

Я говорил о растениях, о насекомых, а теперь несколько слов о микроорганизмах. Первые опыты в этой области также очень просты.

Культуры различных микроорганизмов помещались в электрическое поле, и интенсивное их размножение происходило вблизи отрицательного полюса, а вблизи положительного они не размножались и даже гибли. Но ведь благодаря этому элементарному опыту можно сделать ряд практических выводов.

Можно заставлять особенно интенсивно размножаться полезных бактерий. Можно уничтожать вредных бактерий. Кое-что нами в этом направлении уже достигнуто. В наших лабораториях лежат на открытом

воздухе фрукты, мясо, внутренности животных, подвергнутые обработке электрическим полем. Гниение не коснулось их. Два года «держится» тушка кота — ни следа тления. Не правда ли великолепные результаты!

В перспективе нам представляется возможным создание очень простых установок, которые на фермах и молокозаводах, в садах и огородах, в поле, на мясокомбинате и даже в магазинах будут обеспечивать свежесть продуктов.

А изготовление силоса... Естественный процесс его созревания длится от 15 до 60 дней. Сначала в силосе стремительно развиваются гнилостные бактерии, затем их деятельность подавляется бактериями, вызывающими молочнокислое брожение, в результате которого и возникает съедобная для животных масса. Внесением этих полезных бактерий можно сократить время до 8—10 дней. Однако даже за этот срок гнилостные бактерии успевают уничтожать значительную часть полезных веществ.

Ну, а если перед закладкой в силосную башню осуществить электрическую стерилизацию? Убить всех бактерий, в том числе и гнилостных, и уже в чистый силос внести полезных бактерий, вызывающих молочнокислое брожение? В этом случае удается избежать малейших потерь полезных веществ. Качество силоса заметно улучшается.

Не думайте, что установки для электрического консервирования слишком сложны или дороги. Нам представляются они и дешевыми при массовом производстве, и несложными в управлении.

Я коснулся только некоторых направлений, некоторых работ. Безусловно, возможных новых профессий электричества в сельском хозяйстве несравненно больше. Эта область науки таит в себе бездну будущих открытий. Большая часть опытов, которые могут стать «первым камнем», очень проста, их может поставить буквально каждый...

В ЦЕХАХ, ШАХТАХ, ЛАБОРАТОРИЯХ...

7 мая 1895 года изобретатель радиосвязи Александр Степанович Попов продемонстрировал первый радиоприемник. В том же году он установил рекорд дальности радиосвязи на целых 5 километров между кораблями «Африка» и «Европа».

Непрерывно росла дальность, достижимая радиолучами. И вскоре им стали тесны земные просторы.

В 1945 году радиолуч впервые устремился в космическое пространство, коснулся поверхности Луны и, отразившись, вернулся назад.

В 1959 году была проведена радиолокация Венеры. Радиолуч совершил межпланетный полет...

Потом советские ученые осуществили радиолокацию всех ближайших планет Солнечной системы — Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера... Достиг радиолуч и пылающей поверхности Солнца.

А радиосвязь... В 1963 году с советской космической ракетой, взявшей старт в сторону Марса, был проведен двухсторонний «разговор» на

расстоянии более 100 миллионов километров. С тех пор космические полеты не раз удваивали эту цифру.

Но абсолютным рекордом радиосвязи, может быть, следует считать прием радиосигналов, рожденных в конвульсиях плазмы, кипящей в атмосферах звезд, в туманностях, в галактиках, удаленных от нашей планеты на сотни миллионов и миллиарды световых лет...

Объем главы не позволяет подробно остановиться на всех уже известных применениях высокочастотного электромагнитного поля того самого участка спектра, который называют радиолучами. Радио стало вседесущим. Поэтому остановимся лишь на самых распространенных и перспективных.

Конечно, вы слышали о высокочастотных автомобилях — ВЧ-автомобилях профессора Георгия Ильича Бабата. Вся его жизнь в науке была посвящена поискам новых применений токов высокой частоты радиоволн. Еще не раз в этой главе мы упомянем его имя.

Вот как сам Бабат описывает день рождения нового вида транспорта:

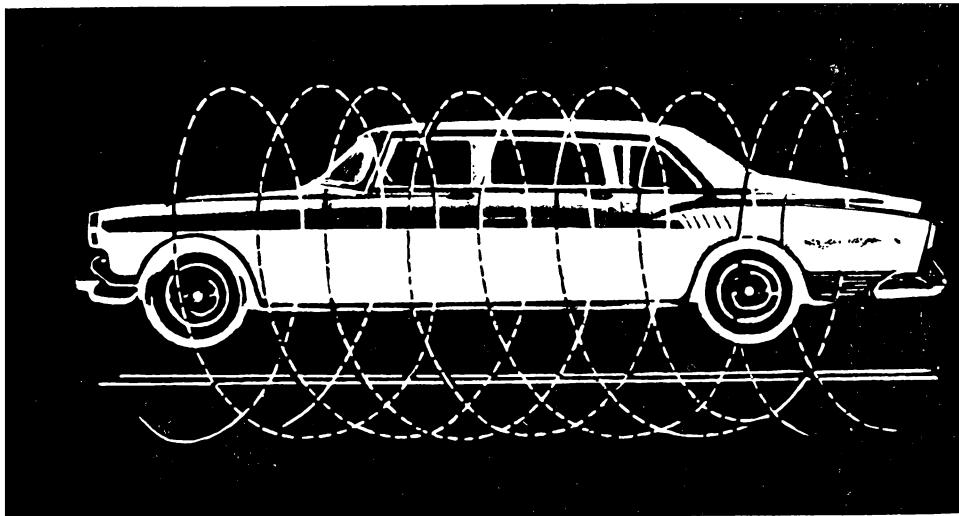
«Июньским вечером 1943 года по двору института пополз автомобиль, на крыше которого была укреплена большая катушка из медной ленты, намотанной на деревянный каркас — энергоприемник. На высоте около метра над катушкой были натянуты вдоль двора медные ленты, по которым проходил ток высокой частоты. Бензиновый двигатель автомобиля был заменен электродвигателем.

Наш автомобиль едва полз по двору, полз, а не бежал, не шел даже, а именно полз».

Что ж? Новое никогда не рождается готовым. Первый двигатель Дизеля сделал всего один оборот. Первый самолет Можайского пытался подняться над землей всего на несколько метров. Первый радиоприем Попов вел из соседней комнаты. В ряду «первых шагов» пятидесятиметровый «первый шаг» ВЧ-автомобиля отнюдь не кажется ни ничтожным, ни безнадежным. И действительно, уже через 15 лет высокочастотный локомотив стал обычным видом подземного транспорта. Ибо уже с 1958 года в Донбассе, в шахте «Кантарная» ВЧ-возы перевозят составы вагонеток с углем, с породой, выполняют производственный план.

Принципиальная схема работы ВЧ-транспорта несложна. Стационарная установка вырабатывает токи высокой частоты, которые направляются в проложенный под асфальтом дороги кабель. Вокруг него возникает быстропеременное магнитное поле. ВЧ-автомобиль индивидуального пользования, прогулочный автобус или сорокатонный грузовик имеют небольшой проволочный контур, который улавливает излучаемую кабелем энергию. К колебательному контуру, помимо устройств для настройки, подсоединен выпрямитель. Он превращает высокочастотный ток в постоянный, который и направляется к моторам, соединенным через редуктор с колесами.

Противники высокочастотного транспорта в своих возражениях ссылаются на его малую экономичность. Сколько энергии, говорят они, будет тратиться на нагрев окружающей породы вихревыми токами и какая малая толика ее будет улавливаться колебательным контуром



ВЧ-автомобиль Г. И. Бабата

ВЧ-автомобиля! Бабат сделал сравнительные расчеты. Оказалось, что ВЧ-транспорт может потреблять при работе энергии всего на 30 процентов больше трамвая. Для первых образцов это не только конкурентоспособно, но даже просто блестяще. Ведь сначала и реактивные двигатели уступали в экономичности поршневым.

Как все новое, ВЧ-транспорт пройдет достаточно длинный путь своего развития и совершенствования.

■

Радио нашло в шахтах и другое «занятие». Идея эта также принадлежит Г. И. Бабату. Это он поставил для горных работ в коллекции инструмента рядом с алмазным буром и победитовым резцом горнопроходческого комбайна антенну излучателя токов высокой частоты. Да, да, радиоантенна может служить буром!

В одной научно-исследовательской лаборатории мне однажды показали интересный опыт. На стол положили булыжник весом 2—3 килограмма. К нему поднесли антенну. Несколько переключений на пульте управления, и вдруг камень ни с того ни сего раскололся на отдельные куски, словно его что-то взорвало изнутри. Что же это было?

Токи высокой частоты. Они вызвали нагревание камня, причем не поверхности, а глубинных слоев. Может быть, в нем содержалась вода, газы, их расширение могло взорвать камень. А может быть, его разорвали просто температурные напряжения.

Г. И. Бабат считал, что задача токов высокой частоты — только

размягчить, вызвать растрескивание горной породы, а ее окончательное разрушение должны заканчивать обычные резцы проходческого комбайна. Так и работал первый опытный образец машины.



Много дел у токов высокой частоты на заводах и фабриках. В первую очередь, конечно, в аппаратуре автоматического и телемеханического управления. Но не только там. В ряде случаев они властно вмешиваются и в сам технологический процесс.

Совсем еще недавно в цехах закалки стальных деталей стояли громоздкие, пышущие жаром печи; дым и огонь пробивались через отверстия для горелок; куски окалины пластами опадали с остывающих заготовок...

Но сегодня на передовых предприятиях цех закалки выглядит иначе. Чисто. Люди работают в белых халатах. Присмотримся к тому, что они делают.

Вот перед станком лежит кучка деталей. Их надо закалить, но так, чтобы твердым сделался только поверхностный слой, а внутренняя часть осталась, как говорят, мягкой, вязкой.

Деталь вставляют в станок, в котором нет огня. И вдруг она становится малиново-красной, светло-красной, желтой и за несколько секунд раскаляется почти добела. Раскалили ее токи высокой частоты.

Теперь деталь надо опустить в бак с водой. Но... вместо этого на нее брызнули тонкие струйки жидкости; мгновенно возникло облачко пара и тут же рассеялось. Рабочий руками берет деталь — такую же сверкающую, как и прежде, но только покрытую, словно броней, твердым слоем закаленного металла.



Мне довелось побывать в кузнечном цехе Московского завода малолитражных автомобилей. Кузнечный цех — обычно один из самых тяжелых для работы, закопченный дымом горнов, грязный. А здесь окна сияли чуть ли не больничной чистотой, блестел кафельный пол. Ни тусклой дымной полумглы, в которой зловеще светятся горны, ни шума компрессоров, подающих в них воздух. Только равномерный стук молотов и чавканье прессов напоминали о том, что здесь тысячи лошадиных сил обжимают раскаленный металл.

В этом цехе нагрев осуществляло высокочастотное электрическое поле. Нагреватели стояли рядом с прессами и молотами. Специальные питатели подавали детали. Разогрев занимал ровно столько же времени, сколько работа над заготовкой под прессом. Окончив обработку одной детали, рабочий поворачивался за другой.

Радио превратило дымный и грязный цех в... лабораторию.

А недавно импульсное электромагнитное поле стали использовать и вместо самого кузнечного молота. В некоторых случаях такое поле может мять и формовать металл с такой же легкостью, с какой ребенок делает фигурки из пластилина.

Токи высокой частоты нужны для плавки высококачественного металла в специальных печах, для разогрева деталей при термообработке, для сушки древесины. Даже в медицине.

Иногда в лечебных целях надо нагреть часть тела человека или какой-нибудь внутренний орган. Радиотехнические аппараты позволяют сделать и это.

Чрезвычайно интересно применение токов высокой частоты для борьбы с сельскохозяйственными вредителями. Они воздействуют непосредственно на молекулы, входящие в состав живых организмов, и разрушают их жизненные функции. Американские ученые построили установку, облучающую междуурядья колебаниями с частотой 2450 мегагерц. Обработка этой установкой посадок бахчевых и лука позволила поднять урожай по сравнению с контрольными участками, обрабатываемыми вручную, на 60 процентов. Облучение плантации обходится, конечно, недешево, но ведь радиоволны не оставляют никаких вредных последствий в отличие, например, от ядохимикатов.



Над полярными областями нашей страны, над северными морями, затрудняющим судоходство, целые недели, а то и месяцы висят непроглядные туманы. Еще недавно, чтобы избежать столкновения с другим судном, корабли давали прерывистые тревожные гудки. Однако это не могло спасти их от столкновений с рифами, скалистыми берегами островов.

Теперь моряки свободно плавают в любом тумане днем и ночью. Капитаны и штурманы «видят» сквозь густую мглу и сквозь ночной мрак почти так же хорошо, как и ясным днем. «Зрячими» их сделало радио.

Встаньте в нескольких сот метрах от опушки леса, горы, большого здания и крикните громко. Вы услышите эхо: звуковые волны вашего голоса отразились от препятствия и вернулись к вам. Если вы знаете скорость распространения звука и определите время, которое прошло с момента вашего возгласа до возвращения эха, то путем несложных расчетов легко установить и расстояние до препятствия.

На этом принципе основана новая отрасль применения радио — радиолокация. Радиопередатчик дает сигнал, а затем приемник ловит его радиоэхо. По времени от момента подачи сигнала до возвращения эха и определяется местоположение препятствия.

Это, конечно, только принцип. В действительности работа и устройство радиолокатора сложнее. Достаточно сказать, что время от подачи сигнала до радиоэха измеряется стотысячными долями секунды.

Современный радиолокатор определяет не только расстояние до препятствия, но и величину его, форму, направление, где оно находится. Луч радиолокатора, как чувствительнейший палец, ощупывает пространство и доносит оператору обо всем, к чему прикасается. И на экране радиолокатора, установленного, например, на самолете, возникает

точная карта местности, скрытой толстым слоем облаков, с широкой лентой реки, линиями железных дорог, с причудливым контуром морского берега.

С помощью радиолокатора удается теперь днем наблюдать во всех подробностях процесс падения метеоритов, следить за траекторией их полета.

Радиолуч оказался и первым космическим путешественником. Мы уже упоминали о том, что советские ученые осуществляли радиолокацию Луны, Солнца, ближайших планет. Руководил их работами академик Владимир Александрович Котельников.

Мало того, радиолокация в 1973 году позволила заглянуть и под панцирь таинственной Венеры. Радиолуч пробил двадцатикилометровую броню облаков и «разглядел» в районе экватора десять огромных плоских кратеров. Диаметр самого большого из них — 160 километров, самого маленького — 36. Правда, кратеры Венеры оказались мельче даже лунных (глубина не более 400 метров). Вероятно, этому способствуют процессы эрозии, сравнявшие кратеры, на Луне же эрозии практически нет.

Радиолокация принесла целый ряд новых сведений о планетах и уточнила старые.

Она позволила установить период вращения Венеры вокруг своей оси. Дала возможность точно измерить расстояния между планетами, по существу — всей Солнечной системы. Сообщила сведения о температуре не только поверхности, но и подпочвенных слоев Луны. «Участвует» в изучении сверхкороны Солнца.



Радио осуществило одно из величайших чудес нашего времени — передачу движущихся изображений. Телевидение.

Где-то в студии играют актеры. Система линз проецирует все происходящее на экране, покрытый сотнями тысяч точек светочувствительного вещества, которые заряжаются в зависимости от силы падающего на них света. Так как у изображения есть и темные и светлые места, сила зарядов отдельных точек экрана различна. «Рисунок» создается не светотенями, а крохотными точками электрических зарядов. Специальные устройства в строгом порядке снимают с экрана эти зарядики, преобразуют их в электрический ток и с помощью радиоволн переносят на экраны телевизоров. Экраны тоже покрыты веществом, микроскопические крупинки которого светятся ярче или слабее в зависимости от силы попавших на них зарядиков. Возникает изображение — такое же, как на экране телепередатчика.

Двадцать пять раз в секунду происходит полный перенос изображений с экрана телепередатчика на экран телевизора, поэтому мы и видим все движения артистов.

Телевидение с каждым днем распространяется все шире. Два десятка лет назад телевизорами можно было пользоваться только в городах, где есть телецентры, или вблизи от них. Ультракороткие радиоволны не

огибают землю, а распространяются по прямой линии. Поэтому они имеют небольшую дальность, километров 70—100.

В настоящее время положение резко изменилось. Телевизоры уже можно встретить в каждом селе. Сделать телевидение почти всесущим позволили специальные спутники связи, названные в нашей стране «молниями».

Первый такой спутник был запущен 23 апреля 1965 года. Предусматривалось, чтобы в южном полушарии у него была точка максимального приближения к Земле, а в северном — проходила более отдаленная часть траектории, с апогеем около сорока тысяч километров. Этот эллипс орбиты позволяет спутнику находиться более длительное время над территорией нашей страны. Приемо-передающие станции «Орбита» стали почти такой же обычной деталью индустриального пейзажа в отдаленных районах, как трубы тепловых электростанций и заводов.

Все шире и шире будет внедряться телевидение. Появятся экраны площадью в квадратный метр, а затем и такой величины, как экраны кинотеатров. Телевизоры выйдут на улицу, будут установлены на площадях, бульварах, скверах, где люди смогут увидеть премьеру спектакля одновременно со зрителями, сидящими в театре, футбольный матч — одновременно с болельщиками, находящимися на стадионе. Телевидение уже стало цветным. Скоро оно приобретет и глубину и объемность — стереоскопичность.

Трудно перечислить, где и как используется сейчас телевидение и где его предполагают применять в ближайшем будущем.

Вот цех химического завода. В колосальных, подобных башням, автоклавах происходят сложнейшие процессы создания новых веществ. Необходимо непрерывно наблюдать за ходом этих процессов и за работой автоматических механизмов, скрытых внутри автоклава. Заглянуть сквозь его стальную или кирпичную стену позволяет телевидение.

Вот автоматический завод. Ведь в его цехах нет людей. Машины работают одни. И наблюдает за ними с помощью телевидения единственный дежурный инженер.

Сегодня уже телевидение не редкость на таких заводах. Пользуются телевидением и в диспетчерских железнодорожных станций, и во многих других случаях.

И наконец, телевидение взяли на вооружение исследователи космоса.

Люди видели фотографии лунных морей и заливов до того, как на Луну ступили Армстронг и его товарищи — американские астронавты. Во всех газетах мира печатались снимки Марса и его спутников. В 1974 году число космических сюжетов пополнили фотографии Меркурия и Юпитера. В 1975 году — Венеры. Правда, переданные фотографии — всего лишь первые сообщения космической разведки. Но ведь и они обогащают науку!

Конечно, не все даже основные ветви могучего дерева радио мы перечислили. Да это и невозможно. Ведь это дерево непрерывно растет, выбрасывает все новые ветви, скромные побеги становятся могучими стволами и сами ветвятся. Процесс этот непрерывен.

РАДИО — ЧУДЕСА ТВОРЯЩЕЕ

Как ускорился темп жизни человечества!

...Несколько тысяч лет стоял на берегу Евфрата город Ур — один из древнейших городов мира. О нем хорошо рассказал английский ученый Л. Вулли, книга которого переведена на русский язык. Производя раскопки, снимая слой за слоем, ученые словно бы перелистали страницы четырехтысячелетней истории города. В общем-то довольно однообразные страницы. Приходили завоеватели, разрушали город. Возвращались жители и восстанавливали его. Менялся лабиринт улиц, расположение храмов, планировка общественных мест. Часто сменялись цари. Медленнее модернизировалась форма глиняной посуды и узоров на ней.

Если бы мы, возвращаясь на машине времени из дальних странствий, остановились, скажем, в XIX столетии до нашей эры и, пригласив совершившую путешествие в будущее, взяли с собой жителя этого упоминаемого в Библии города, нет, не в наше время, а, скажем, в век IX до нашей эры,— он не потерялся бы в новых условиях.

Вот он идет по древнему Уру, постаревшему на тысячелетие, узнает и не узнает его. Изменилась речь, но не настолько, чтобы быть ему непонятной. Новых слов почти нет, есть новые ударения и интонации. Изменилась форма глиняных горшков, но по-прежнему в них хранят вино и масло, зерно и сушеные фрукты. Изменились сохи и мотыги, мечи и щиты, повозки и корзины, но изменились почти неуловимо. Он кузнец — идет в кузницу и работает так же, как за тысячу лет до этого. Он хлебопашец — направляется в поле, и оно платит ему тем же урожаем, что и раньше. Он воин — и ему так же по руке новый щит и меч, как и тот, чья бронза за разделяющую тысячу лет рассыпалась прахом под десятиметровым слоем земли у него под ногами.

И ни разу не представился бы ему случай сказать: «О, да это казалось бы чудом в наше время!» Или: «Мы только мечтать могли об этом!»

Движение вперед было почти неуловимым.

Но — сделаем другой опыт. Перевезем на нашей машине времени человека XIX века в наш, XX! Всего на сто пятьдесят лет! Это так немного!

И вот он среди нас — и все представляется ему чудесным и удивительным.

Электрические солнца на длинных стеблях столбов...

Трамваи, троллейбусы, автомашины, мотоциклы... Повозки без лошадей...

Мелькнувший в небе самолет...

Телевизор, дающий возможность как бы присутствовать сразу в нескольких местах...

Холодильник, словно бы принесший в теплую комнату кусочек арктического мороза...

В разговоре выясняется, что ему непонятно значение очень и очень многих слов.

Возьмите первый попавшийся в руки номер газеты, откройте на чет-

вертой странице — там обычно более пестрые материалы — и попробуйте подчеркнуть красным карандашом слова, которым явно меньше 150 лет: коммунизм, пятилетка, ударник, кибернетика, локатор, кинематография, спартакиада и т. д. И вся страница покроется у вас алыми линиями...

Многие из этих слов внесли в язык революция, социальные преобразования. Но еще больше — наука...

Время стремглав летит вперед. И вчерашний день не похож на сегодняшний. Мы мечтали о полетах в космос — сегодня они уже реальность. Мы мечтали о покорении атома — сегодня атомные электростанции вошли в Единую энергетическую систему СССР.

И огромную роль во всем научном, техническом, промышленном прогрессе играет радио. Радио, вызвавшее к жизни важнейшую отрасль промышленности — электронику.

Ну, а если нам с вами отправиться в следующий век? Нельзя предугадать еще не сделанных открытий. Но можно вообразить расцвет уже высказанных идей. Идей, над которыми сейчас работают ученые.

...Итак, на спидометре машины времени третье десятилетие XXI века. Многие из наших современников еще живы. И может быть, мы встретим их на покрытых пышными цветами улицах города.

Кстати, по спидометру — сейчас зима. Почему же цветут сирень и розы? Почему так тепло это легкое дыхание ветра? И что за новое солнце полыхает высоко над крышами домов?

Хорошо бы кто-нибудь смог ответить на эти вопросы. Останавливаем мотоциклиста и обрушиваем их на него. Не будем описывать его удивления нашим незнанием, отсталостью, темнотой... Послушаем сразу, что он скажет.

— Да, сейчас, зима, — отвечает юноша, соскочивший со своей странной машины. — И зима в разгаре, январь. Но уже пара десятилетий прошла с тех пор, как в крупных городах страны установлен постоянный температурный режим — микроклимат. Для этого и нужно-то было не так уж много: обилие энергии и подходящая научно-техническая идея. Ее еще в ваши времена высказал профессор Г. И. Бабат... Вот как сна воплощена сегодня: мощные излучатели высокочастотного поля окружают город. Их лучи скрещиваются высоко над Красной площадью. Трепет электромагнитного поля раскаляет молекулы воздуха, разбивает их, в небе вспыхивает яркий плазменный шар... Кстати, он способствует образованию окислов азота, которые потом — с дождями — падают на землю и удобряют поля.

Вот это-то плазменное искусственное солнце и позволяет регулировать температуру в городе. Оно и не пускает в него холода и морозы, создает постоянную весну...

Но у нас уже куча новых вопросов:

— А что за удивительный двигатель работает на вашем мотоцикле?

— Обычный ВЧ-мотор. Вот этот плавный обтекатель содержит в себе антенну, получающую энергию высокочастотного поля от кабеля, прошедшего под асфальтом. Вот здесь — преобразователь тока... Электромоторы расположены прямо во втулках колес...

В городах давно запрещено пользование всеми другими видами двигателей, кроме электрических. Они не выбрасывают в воздух продуктов сгорания, содержащих вредные газы, почти бесшумны... Чувствуете, каким чистым воздухом мы дышим!

Да и все крупные шоссейные дороги снабжены «дремлющим» высокочастотным полем. Оно включается только в том случае, если по шоссе едет ВЧ-автомобиль. А в остальное время энергия почти не расходуется.

— Царство ВЧ-моторов,— замечает кто-то из нас.

— Да, царство экономичных и удобных транспортных двигателей. Ведь и самолеты у нас работают на двигателях этого типа!

— Вот как?!

...Если вернуться немного назад, нетрудно вспомнить, что еще академик В. А. Котельников говорил о передаче энергии самолетам без проводов как о близкой реальности. Летящий в воздухе самолет, сказал он однажды, будет получать энергию для своего движения с земли в виде луча направленных высокочастотных колебаний, подобно лучу прожектора. И смелый ученый, умевший быть и педантично точным исследователем, и мечтателем, так развил эту идею:

— Можно представить себе трассу Москва — Сочи, образованную такими энергостанциями,— их нужно на длине трассы всего четыре или пять. Самолет, не имеющий в своих баках ни капли горючего, за этот счет взявший вдвое больше груза и пассажиров и летящий гораздо быстрее, чем современный, взлетит по энерголучу в Москве. Затем его перехватят энерголучи Тульской станции, Орловской, Харьковской и т. д. Это будет своего рода воздушный троллейбус без проводов.

Может ли энергетический луч стать оружием? Вряд ли. Ведь его очень легко отразить с помощью хорошо отполированной поверхности корпуса самолета, как зеркалом отражается солнечный луч. А вот расчистить путь космического корабля от метеоритов он, видимо, сумеет.

Действительно, маневрировать кораблем, летящим в космическом пространстве со скоростью в десятки километров в секунду, будет нелегко. А столкновение такого корабля с метеоритом, даже небольшим, но также имеющим огромную скорость, по результатам подобно встрече воздушного шара с бронебойным снарядом.

Вот как мне представляется борьба астронавтов с метеоритами.

Космический корабль непрерывно ощупывает пространство вокруг себя радиопульсами локатора. Едва обнаружит он на опасном для себя расстоянии метеорное тело, как включаются электронно-счетные механизмы и, сделав соответствующие расчеты, определят, угрожает ли кораблю столкновение. Если окажется, что оно неизбежно, в направлении метеорного тела будет брошен мощный энергетический луч. Вряд ли найдутся в космосе метеорные тела, имеющие защитную отражающую поверхность. Под влиянием энерголуча вещество метеорита нагреется, он растрескается на кусочки, и они испарятся от жары. Легчайшее облачко пара встретится кораблю вместо космического снаряда. А займет все это малые доли секунды...

Мне приходилось встречаться с Владимиром Александровичем Ко-

тельниковым. И я помню, он рассказывал о будущем радио. О том, как непрерывный процесс завоевания все более коротких волн приведет к поразительному результату: «Освоение миллиметровых и более коротких волн даст возможность разместить в эфире практически не ограниченное количество каналов не только радиотелефонной, но и телевизионной связи».

— ...Ну, и сбылось ли предвидение ученого? — обращаемся мы к юноше их ХХI века.

Вместо ответа он достает — да, да, мы догадались сразу — карманный телевизор индивидуальной связи.

— Вот этот диск с отверстиями, как у современного вам телефона-автомата, — настройка на номер любого человека. Эта ручка — для увеличения изображения. Вот и все нехитрое управление КТИСом.

— Чем?

— Так сокращают эти длинные слова: карманный телевизор индивидуальной связи. Кстати, большой экран ТОПа — телевизора общественного пользования — можно увидеть на ближайшей площади.

...Экран действительно большой: десять на десять метров. И плоский, как доска. Как ухитрились разместить в нем свои электронно-лучевые трубки радиотехники!

А какое удивительное применение нашло радио на заводах, фабриках, стойках...

— К сожалению, вы не сможете посетить заводы... — Это к нам обращался гид. — И не потому, что у вас нет пропусков. Просто в подавляющем большинстве случаев на них не пускают никого. Там нет людей. Все работы ведут автоматы.

Да, автоматика! Да, электроника! Да, конечно, кибернетика! Все различные ветви великого дерева электроники!

— Но вам, кажется, повезло, — продолжает юноша. — Здесь, сразу за этими зданиями, начинается прокладка нового шоссе. С помощью радио...

— С помощью радио?!

— Да, вы не осыпались. Вот она, эта машина, движется по чернокоричневой ленте шоссе. Это шоссе она и построила сама. Впереди — чистое поле, позади — ровная лента дороги. Она дымится, еще горячая... В работе этой строительной машины, впрочем, нет ничего необычного. В передней ее части установлены фрезы, взрывающие и перемешивающие грунт. Затем ВЧ-излучатели. Пронизываемый высокочастотным полем грунт накаляется, размягчается, частью плавится. Его разравнивают и уплотняют. А когда он остывает — возникает плотная, довольно толстая и очень прочная каменная лента. Вот это шоссе, на котором мы стоим... Принцип тоже известен давно. Ведь в ваше время высокочастотное поле варило качественную сталь, драгоценное оптическое стекло, сверхчистые металлы. А теперь оно строит дороги.

Ну что ж, поблагодарим нашего гида за хорошие объяснения. И отправимся из этого царства энергии в наш век...

Будем лучше трудиться, чтобы быстрее оказались в руках человека неисчерпаемые энергетические океаны. Чтобы мог он и строить дороги,

высокочастотными токами сплавляя в камень глину и песок, и пользоваться высокочастотным транспортом, не отравляющим воздуха городов, и зажечь искусственное солнце.

ГИПЕРБОЛОИД ИНЖЕНЕРА ГАРИНА

Всем, конечно, памятно это трагическое место из популярного романа Алексея Толстого:

«— Это горят птицы, — прошептал Вольф, — смотрите...

— Они задевают за проволоку.

— Какую проволоку?

— Разве не видите, Вольф?

Хлынов указал на светящуюся прямую, как игла, нить. Она шла сверху от развалин по направлению заводов Анилиновой компании. Путь ее обозначался вспыхивающими листочками, горящими клубками птиц...

Роман «Гиперболоид инженера Гарина» был написан в 1925—1926 годах. И конечно, с точки зрения науки, это была тогда фантастика. Голая фантастика.

В одной из своих книг писатель-популяризатор Владимир Орлов специальную главу посвятил разбору гиперболоида. И убедительнейшим образом доказал, что построить такую машину невозможно.

И это было правильно. Гиперболоид, изобретенный инженером Гарином, не станет работать, будь дотошно соблюдены все тонкости его изготовления. Но «тонкий, как спица, световой луч» невиданной силы, способный соперничать своими свойствами с лучом гиперболоида, родился в лаборатории ученых. И уже примеряет рабочую спецовку на многих предприятиях...

Речь пойдет о квантовых усилителях света. Но чаще их называют лазерами.

Принцип работы лазера и удивительно прост, и удивительно сложен. Прост, ибо его можно изложить в одном-двух абзацах. Сложен, ибо только опираясь на вершинные достижения квантовой и атомной физики, физики твердого тела, на технику получения сверхчистых веществ, догадались о возможности существования такого механизма и научились воспроизводить его.

Легче всего объяснить действие кристаллического рубинового лазера.

Основная его деталь — небольшой, в несколько сантиметров, кристалл рубина, отполированный с обеих сторон так, что эти две плоскости идеально параллельны. Одна из них покрыта толстым зеркальным слоем серебра, другая — полупрозрачной пленкой этого металла. В состав кристаллической решетки рубина входит хром. Его-то атомы и «работают».

Вы помните: электроны в атоме могут находиться на разных орбитах. Перескакивая с орбиты на орбиту, они или поглощают, или излучают квант энергии.

«Рабочие» электроны в атоме хрома могут располагаться на трех разных уровнях. Обычное их положение — самый нижний уровень. Если

электрон, находящийся на самом нижнем уровне, возбудить, «бросив» в него фотон зеленого цвета, электрон перескочит прямо на третий, высший уровень. Но такое положение для него неустойчиво. Электроны начнут самопроизвольно спускаться на второй уровень, которого без постороннего вмешательства они уже не покинут. Вмешаться может красный луч света. Под действием «красного фотона» электрон перескаивает на нижний уровень и сам при этом испускает фотон, соответствующий красной линии спектра с длиной волны в 0,69 микрона.

Кристалл рубина сначала «возбуждают» зеленым светом, то есть его просто озаряют светом зеленой лампы. Электроны атомов хрома перескаивают на третьи уровни, самопроизвольно переходят на вторые и застревают на них.

Теперь «взбрызнем» в кристалл крохотный лучик красного цвета. В первом же атоме хрома он столкнет электроны со второй орбиты на первую — и они выплеснут дополнительные фотоны красного цвета. Те в свою очередь будут ударять в другие атомы, и пойдет цепная реакция, лавинообразный процесс выделения фотонов.

Алый луч мечется в кристалле, отражаясь от двух зеркальных поверхностей. И наконец, накопив достаточно силы, вырывается сквозь полу-прозрачную грань. Тонкий, почти не расширяющийся. Сильный, каким он никогда не бывает в природе, — сотни тысяч киловатт энергии на одном квадратном сантиметре.

Да, да! Для того чтобы получить луч такой же яркости, какой излучает средний величины лазер, инженеру Гарину пришлось бы поднять температуру внутри гиперболоида до нескольких миллиардов градусов. Вы понимаете, что это не под силу вчерашней и даже сегодняшней технике! И вряд ли будет под силу технике завтра.

ЛУЧ УХОДИТ В КОСМОС

Квантовый усилитель света... Именно усилитель. Ведь мы подали в него крохотный красный лучик, а получили могучий красный луч.

Этот луч создает давление в миллионы атмосфер. В одном из зарубежных журналов была опубликована фотография: луч лазера ударили в кристалл алмаза. Легкий дымок из сквозного отверстия с идеально ровными стенками. Чемпион твердости не смог парировать удара лучевого лезвия.

Очень часто нужны технике кристаллы алмаза с таким отверстием. С их помощью, например, изготавливают тонкую проволоку.

Луч лазера может обрабатывать и другие сверхтвердые материалы. В экспериментальном научно-исследовательском институте металлорежущих станков есть уже аппараты для сверления в сверхтвердых стальных сверхкрохотных отверстий диаметром от микрона до миллиметра. Надо ли напоминать, что никаким другим способом отверстие в металле диаметром в один микрон просверлить невозможно!

Лазерный луч уже пришел на заводы, выпускающие полупроводники. Там он работает в качестве сварщика-ювелира, соединяя крохотные де-

тали сердца транзистора. Он сваривает и детали, уже находящиеся в вакууме прибора: ведь он свободно проходит сквозь стекло и концентрирует в нужной точке всю свою силу.

Лазер берут на вооружение и хирурги. Это сверхскальпель для самых тонких операций, например на внутренней сетчатке глаза.

Лазеру легко найти применение и в качестве источника освещения при сверхскоростной фотографии. Он обеспечит освещенность, соизмеримую с той, которую дают... сотни тысяч электрических ламп.

И наконец, луч лазера может служить средством для очень дальних связей. Ведь он обладает чрезвычайно любопытными свойствами: почти не расходится, не расширяется, как расширяется обычный луч прожектора. Значит, очень в незначительной степени будет ослабевать его яркость в пути.

Кроме того, он однороден: все фотоны, входящие в его состав, одинаковы по величине энергии. Они принадлежат к узкому участку электромагнитного спектра.

Попробуем осветить, например, мощным лучом прожектора Луну, отстоящую от нас на 380 000 километров. Диаметр пятна света от прожектора на таком расстоянии окажется равным... 3 тысячам километров. Конечно, астронавт на Луне не сможет заметить добавочного облучения, так как оно в 10 миллионов раз меньше того освещения, которое получает Луна от Земли, отражающей на нее лучи Солнца, и в 100 миллиардов раз слабее прямого солнечного света. Правда, посмотрев на Землю, астронавт все же увидит на ее затемненной стороне довольно яркую звездочку — этот прожектор.

А теперь бросим на Луну луч лазера, несколько усовершенствованного по сравнению с существующими. Пятно красного света на поверхности нашего спутника будет иметь диаметр всего в 40 метров. Освещенность его окажется в сто раз меньшей, чем от прямых лучей Солнца. То есть при свете этого висящего на расстоянии в 380 000 километров фонаря на не освещенной Солнцем стороне Луны можно будет читать книгу.

Кстати, луч лазера уже касался лунной поверхности. На очереди — Марс, Венера, Сатурн, Меркурий. Он следует за радиолучом и, может быть, еще обгонит его.

И, разумеется, не угнаться за ним в космическом соревновании лучу обыкновенного прожектора. Ведь даже с Марса, с 50 миллионов километров, прямой луч мощного прожектора на Земле можно увидеть только в телескоп, как трепетную звездочку 15-й величины!

А луч лазера, направленный на Марс, создал бы на его поверхности освещенное пятно диаметром в 5—7 километров. Из этой области Марса, глянув на небо, астронавты увидели бы на Земле вспышку алой звезды, в десять раз более яркой, чем Венера на нашем земном небосклоне.

Лучами лазеров, причем тех лазеров, которые уже существуют в лабораториях, можно дотянуться и до ближайших звезд.

Вот исходя из этого и предполагают ученые, что лазеры будут необходимы в межпланетной и межзвездной связи.

Мы рассказали только об одном типе лазеров. А их очень много. И именно в нашей стране родился их чудодейственный луч. Ибо еще в 1939 году теоретически предсказал его и рассчитал условия его рождения советский ученый В. А. Фабрикант. В 1955 году Н. Г. Басов и А. М. Прохоров построили первый квантовый генератор. За это они и были удостоены Нобелевской премии, которую разделили с американским ученым Таунсом, независимо от них сделавшим то же открытие.

Сегодня существуют квантовые генераторы, испускающие радиоволны, инфракрасные лучи, различные лучи видимого участка спектра. Есть генераторы, работающие не с рубином и даже не только с твердыми телами, но и с жидкостями, и газами. А ведь с того дня, когда блеснул первый луч в прозрачной глубине кристалла, прошло лишь более двадцати лет... Особенно стоит остановиться на полупроводниковых лазерах. Ученые считают, что перед ними большое будущее. Они и портативнее, и в десятки раз экономичнее уже существующих рубиновых.

Станет ли луч лазера лучом гиперболоида инженера Гарина? Сможет ли он вгрызаться в недра земли? Будет ли служить мгновенным оружием нападения и защиты? Появятся ли лучевые пистолеты, беззвучно выплескивающие всепрожигающую струйку света, спрессованного до плотности твердого вещества, или лучевые зенитки, безошибочно расстреливающие далеко в небе самую стремительную атомную смерть?

По всей вероятности, да. Хотя для человечества было бы значительно лучше, если бы нигде и никогда не надели ни на кристалл рубина, ни на любой другой лученосный кристалл военного мундира!..

Луч лазера будет находить все новые применения. Настанет время — и он, может быть, спустится в шахты, как спустился с неба и стал землекопом реактивный двигатель самолета.

«МЫСЛЯЩИЕ» МАШИНЫ

Александр Попов первым вступил в страну радио и узнал, насколько плодородна ее земля. Из посевного им ростка выросло столь ветвистое дерево, со столькими посторонними связями — своеобразными воздушными корнями, сросшимися со стволами других деревьев, что проследить, проанализировать их все теперь уже, наверное, невозможно.

Но есть одна сверхмогучая ветвь у дерева радио, о которой нельзя не упомянуть хотя бы кратко. Это — кибернетика.

Очень сложно устройство «думающих» машин, но в них нет ничего, что не принадлежало бы нашему материальному миру. Мало того — миру радио. Откройте ящик, в котором скрыт мозг «думающей» машины: вы увидите сплетение конденсаторов, проводов, сопротивлений, шеренги подмигивающих огоньков радиоламп, электронно-лучевые трубки.

В общем — это один из приборов современной радиоэлектроники. Машина, работающая для человека. В помощь ему.

Вот несколько интересных фактов.

Как-то в одном из лондонских концертных залов состоялся большой музыкальный вечер. Исполнялись произведения только одного «композитора». К сожалению, «маэстро», в адрес которого гремели аплодисменты, не смог выйти к публике. Он просто не поместился бы на просторной сцене, ибо автором музыки была электронно-счетная машина.

...Во французском научно-популярном журнале, круг интересов которого очень далек от вопросов литературы и искусства, появились стихи! В них воспевались любовь и природа. Гладкие рифмы, гладкие мысли — то, что принято считать в поэзии серым, посредственным. Но стихи эти читали с огромным интересом, потому что автором их тоже была электронно-счетная машина.

...Знаменитый американский шахматист Решевский однажды сел играть с невидимым партнером. Второй стул оставался пустым. Фигуры переставляла девочка, приносившая из соседней комнаты записанные на бумажной ленте ходы. Она же сообщала ответные ходы Решевского его таинственному противнику. Играли тот отлично. Американцу, одному из сильнейших мастеров мира, с трудом удалось свести партию к ничьей. Соперником, как вы уже догадались, была электронно-счетная машина.

В Советском Союзе такая машина в 1972 году провела игру с читателями «Комсомольской правды».

Машины сочиняют стихи, пишут музыку, играют в шахматы... Мы могли бы прибавить: проводят труднейшие математические расчеты в тысячи раз быстрее самых умелых инженеров, управляют сложнейшими автоматическими агрегатами лучше самых квалифицированных операторов, ведут бухгалтерский учет, переводят с одного языка на другой — в общем, делают все то, что требует размышления, знания, памяти. Так, может быть, они действительно думают?

Знакомство с принципом их действия поможет нам разобраться в этом вопросе.

Главной частью любой из этих машин является так называемое «арифметическое» устройство. Надо сразу сказать — подавляющее большинство машин работает по двоичной системе, а не по десятичной, к которой мы привыкли.

Двоичная система имеет всего два знака — 0 и 1. С их помощью, утверждают математики, можно так же легко записать любое число и проводить любые математические действия, как и располагая десятком знаков. Двойка записывается единицей с нулем, тройка — двумя единицами, четверка — единицей с двумя нулями, восьмерка — единицей с тремя нулями и т. д.

Поясним примером. Расположим шашки в ряд. Допустим, что каждая шашка может иметь всего два положения — в ряду и вне его. Положение в ряду пусть считается нулевым, а вне его — единицей. Потренировавшись, вы поймете, что с помощью ваших 32 шашек можно записать по двоичной системе даже очень большое число.

Для «записывания» чисел в арифметических устройствах машин имеются, конечно, не шашки, а чаще всего триггеры. Триггер обычно состоит из двух электронных ламп или транзисторов. Он может находиться

в двух состояниях: либо на аноде одной из его ламп есть высокое напряжение, либо его нет. Первое состояние — возбужденное — соответствует единице, второе — нулю. Импульс тока, поданный на невозбужденный триггер, соответствует тому, что в нем записана единица; такой же импульс, поданный на возбужденный триггер, переводит его в невозбужденное состояние, но при этом сам триггер выдает импульс тока.

Триггеры как правило соединены в цепочку, так что выход одного триггера соединен с входом другого. Легко понять из предшествующего, что если мы подадим в такую цепочку триггеров подряд четыре импульса, то третий по порядку триггер будет в возбужденном состоянии, а предыдущих два — в нулевых. Это и есть запись числа «четыре».

Как происходит, например, сложение? Поочередно во все разряды цепочки триггеров подаются по двоичной системе слагаемые в виде импульсов. В цепочке оказывается записанной полученная сумма. Аналогичным образом осуществляются и все остальные операции: вычитание, умножение и деление. Кстати, разница между этими действиями в двоичной системе очень невелика.

Другое важное устройство электронно-счетной машины — ее «память». Она также состоит обычно из элементов, которые могут находиться в двух состояниях: нулевом и соответствующем единице. Вот и все. «Теперь ясно, — наверное, скажете вы, — разве может мыслить столь примитивное устройство?» И вы ошибаетесь.

Цепи столь «примитивных» устройств тем не менее позволяют осуществлять сложнейшие математические и логические операции. Видели ли вы справочные электронно-счетные машины? Ведь это по существу собеседник, с которым вы можете вести довольно интересный и глубокий диалог. Правда, пока только в четко очерченном круге тем. Но ведь завтра такие машины будут обладать большей памятью и большими возможностями. Электронно-счетные машины — это машины, способные «механизировать» не физический, а умственный труд. Революция, которую произведет их широкое внедрение, будет большей по своему значению, чем промышленная революция, вызванная появлением высокопроизводительных механизмов в XVIII веке. Трудно даже предвидеть ее результаты.

История электронно-счетных машин умещается в три последних десятилетия. Но успехи, достигнутые за этот короткий срок, грандиозны. И, бесспорно, в автоматизации всей промышленности страны электронно-счетные машины сыграют значительную роль. Можно считать, что им принадлежит огромное будущее и в управлении станками, и в управлении цехами, и в руководстве целыми заводами и производствами.

Уже в настоящее время определились три основные области, в которых применение электронно-счетных машин непрерывно растет.

Во-первых, это область научных исследований и расчетов. Ведь для того чтобы составить прогноз погоды на завтрашний день, надо произвести столько расчетов, сколько не сделает и целая бригада математиков за месяц! Электронно-счетная машина справляется с этой работой за полчаса, и мы получаем прогноз вовремя.

Все ли знают, что точную траекторию искусственных спутников Земли тоже вычисляют электронно-счетные машины, что без их помощи сделать это так быстро и точно невозможно?

Очень много различных вариантов приходится перебирать инженерам, проектирующим новую машину. Да что машину! Чтобы рассчитать одну деталь, такую, как, например, лопасть колеса водяной турбины, надо просидеть над ватманом с логарифмической линейкой и арифмометром несколько недель! Обычно такие расчеты ведут два человека параллельно. Электронно-счетные машины сокращают продолжительность их труда в тысячи раз. Мало того, они делают математический анализ механизмов, заменяющий многократные испытания.



Вторая область применения «думающих» машин — непосредственное участие в производстве.

Непростое дело — управлять сложным химическим процессом, в ходе которого возникают десятки промежуточных веществ, вступают в действие катализаторы, происходит отбор побочных продуктов, в строго отмеренных дозах добавляются необходимые соединения, точно поддерживаются нужные давления, температуры, концентрации. И нередко лучше человека с такой задачей справляется электронно-счетное устройство. Оно успевает произвести тысячи расчетов различных вариантов, выбрать наилучший из них и так умело вести процесс, что повышается выход полезного продукта, улучшается экономичность работы предприятия.

...На одной из подмосковных железных дорог прошел испытания интереснейший прибор — автомашинист. Человек включает аппаратуру, а все остальное автомашинист делает сам. Он заботливо останавливает состав у часто следующих друг за другом пригородных станций, щепетильно регулирует скорость движения, внимательно следит за огнями светофоров. При этом машина, учитывая особенности пути, «подсказывает» целесообразную тяговую характеристику локомотива.



Важной является и третья область применения электронно-счетных машин — для осуществления научно обоснованного экономического анализа. Ни один человек не может охватить всех экономических связей различных отраслей производства, областей и районов страны. Зато машины могут отлично. С их помощью легко проанализировать наиболее оптимальные варианты экономических связей, исчислить таблицы межотраслевых связей, определить требуемые объемы добычи сырья и т. д.

Каждая из перечисленных нами областей применения электронно-счетных машин будет из года в год расширяться, да и сами машины совершенствуются. В будущем они станут настолько же совершеннее сегодняшних, насколько зенитный пулемет совершеннее кремневого ружья, супергетеродинный приемник — грозоотметчика Попова и ротационный

агрегат, печатающий миллион экземпляров газеты в час, — печатного пресса Ивана Федорова.

Какие поистине чудесные возможности откроют эти машины людям! Какие мечты станут реальностью! Даже фантазировать на эту тему трудно, ибо действительность наверняка окажется интереснее.

ПРОГУЛКА ПО БУДУЩЕМУ

...Зайдем в павильон автоматизации на Выставке достижений народного хозяйства СССР. Только условимся, что на календаре у нас не 1976, а, скажем, 2000 год. Двадцать лет непрерывного напряженного труда ученых, конструкторов, технологов и рабочих. Двадцать лет вдохновенного труда всего нашего народа...

Павильон огромен, но и он не вмещает бесконечного количества автоматических заводов, цехов, линий, станков. Поэтому многие из них представлены только фотографиями.

Впрочем, они существовали и в наше время.

Кто не слышал об автоматическом цехе первого подшипникового завода в Москве, где автоматы без вмешательства человека готовили и собирали шариковые подшипники? Даже смазывали и завертывали в бумагу. Он вступил в строй действующих еще в середине века.

Кто не слышал и о заводе-автомате автомобильных поршней, в котором чушка алюминиевого сплава «сама» превращалась в поршень и укладывалась в коробку? Он удивлял инженеров тогда же, когда и автоматический цех шариковых подшипников.

Но это были первые ласточки. Уже в 60—70-х годах автоматические линии и цеха насчитывались сотнями и тысячами. И количество их все росло. А теперь автоматизация стала вездесущей.

В специальном крыле павильона разместился один из автоматических заводов — предприятие по производству подвесных моторов для детских велосипедов. Нам показали продукцию этого завода — небольшие, сверкающие никелем и полированной пластмассой легкие, изящные игрушки. Впрочем, не такие уж это игрушки — мощность моторчика пре- восходит лошадиную силу.

У завода есть свой склад сырья. Это ряд бункеров, в которые разгружаются с подъезжающих автомашин брикеты пластмассы, слитки титановых и алюминиевых сплавов, стальные трубы, листы резины и текстолита. Они двигаются прямо из кузовов в окошки приемников.

Многие виды сырья, прежде чем поступить в соответствующий цех, проверяются контрольными автоматами. Отдельные слитки, листы могут оказаться забракованными.

Мы проходим по всем цехам, наблюдаем процесс работы. Вот сборочный конвейер. Здесь отдельные детали или узлы становятся на свое место в изделии. Готовые моторчики, к которым не прикасалось человеческие руки, опробуются на специальном стенде. Несколько капель бензина — и оживают титановые валки, раздается гудение, силовая шестерня превращается в прозрачный сверкающий диск. Моторчики упа-

ковываются автоматами в картонные коробки. Любой посетитель выставки может приобрести их тут же, в магазине.

Трудно рассказать, как действуют те или иные станки этого завода. Все это автоматы, рабочие органы которых скрыты плотными кожухами. Только изредка между отдельными станками можно увидеть кусок конвейера и движущуюся на нем деталь. Как проходят отдельные процессы? Какую операцию осуществляет тот или иной станок? Какова его мощность, производительность? На все эти вопросы мы, конечно, можем получить ответ у дирекции завода. Пойдем туда...

Но что это? Дирекция тоже оказывается автоматической. Кибернетические устройства следят за прохождением деталей, работой цехов, выработкой продукции, наблюдают за исправностью машин, ведут учет поступлений сырья — одним словом, составляют полный баланс завода. По нашей просьбе — мы изложили ее, нажав соответствующие кнопки, — электронно-счетные машины сообщили, сколько тех или иных деталей находится в настоящее время в бункерах. Ответ был отпечатан на бланке завода с его штампом и печатью. Не было только подписи директора, хотя было бы нетрудно снабдить автоматы и индивидуальной подписью.

...Идем по выставке дальше. Вот схемы автоматических нефтепромыслов, автоматической угольной шахты, которой люди руководят с поверхности земли; вот автоматический завод карманных радиоприемников — большое разветвленное предприятие; вот типовые автоматические масло- и сыроваренные заводы, предназначенные для работы в совхозах; вот цех-автомат сборки электромоторов — за ним следует один человек. Но больше всего поразил нас отдел машин, подчиняющихся мысли человека...

Да, мысли! Мы стоим перед пультами управления этими удивительными машинами. Среди них — землеройные, похожие на наши гигантские экскаваторы; металлообрабатывающие, вроде сегодняшних универсальных токарных станков; манипуляторные, предназначенные для экспериментальной работы с взрывоопасными веществами. Не прикасаясь к кнопкам и рычагам, не произнося ни слова, только мысленно мы отдаем приказания. И машины покорно, безошибочно выполняют их.

Все эти управляемые мыслью машины — потомки механической руки, первый образец которой был опробован в 50-х годах.

Принцип ее действия основывается на следующем. Ученые установили, что в процессе мышления вырабатываются электротоки. Мысль о том, например, что вашей руке нужно сжаться в кулак, сначала рождается в мозгу, потом по нервам «спускается» к мускулам. Они сокращаются и двигают пальцы. Экспериментаторы поставили перед собой задачу сконструировать протез руки для инвалидов, который действовал бы, как настоящая рука. Мускулы заменили гидравлической системой, послушной электрическим сигналам. Эти сигналы «рука» получает прямо от нервов. Механическое устройство стало активным органом. Но в 60-х годах человек, «надевший руку», еще не чувствовал ее, не мог регулировать, например, силы сжатия пальцев. Его рукопожатие могло печально кончиться для здоровющегося. И вот теперь, на выставке 2000 года, мы среди других экспонатов увидели «прямых потомков» этого протеза.

«Руки» и «ноги» не только выполняют приказы владельцев, но и передают им свои «ощущения». Впрочем, в случае надобности так же передают свои «ощущения» управляющим ими людям и некоторые станки...

Мы посетили специальный отдел павильона, посвященный автоматизации умственного труда.

Быстро действующие счетно-решающие машины, совершающие в течение секунды миллионы математических операций, нам уже известны. Но теперь они умеют производить вычисление орбит планет и комет, находить наиболее выгодные варианты решения технических задач, связанных со строительством различных объектов, предсказанием погоды. А здесь, на выставке, нам, например, показали машину, заменяющую справочную библиотеку научно-исследовательского химического института. В ее электрической памяти хранится бесчисленное множество всех известных наук сведений из области химии. По первому требованию машина выдает нужную справку.

«Каковы свойства водородных соединений фтора?» — выступаем мы одним пальцем на ее клавиатуре, напоминающей клавиатуру пишущей машинки.

Секунд через двадцать получаем ответ, содержащий исчерпывающие сведения по этому вопросу. Он отпечатан в недрах машины на шести страницах типографским шрифтом.

«Способы получения фтористого водорода?» — запрашиваем мы опять. И опять безошибочный ответ.

«Наиболее экономичный из них?»

И снова точное сообщение. Эта машина могла бы сдать экзамен по химии у самого придирчивого профессора!

Другие машины выдают информацию по различным разделам науки, заменяют библиографические и научные справочники, каталоги, указатели. Сколько драгоценных часов малопроизводительных поисков по страницам бесчисленных книг сохраняют они ученым и инженерам!

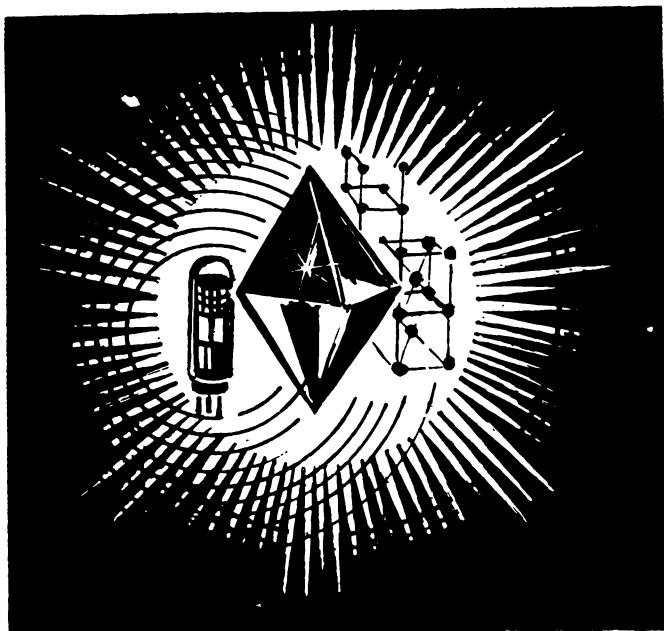
Некоторые из демонстрируемых экспонатов имеют «хитрое» устройство, позволяющее им накапливать опыт, «обучаться». Представим себе, например, доменную печь — этот сложнейший агрегат со своими особенностями, требующими, так сказать, «индивидуального подхода». Подключая к пульте автоматический «оператор» — специальную электронно-счетную машину, — опытный мастер не сразу передает ей все функции управления. В течение некоторого времени он сам ведет процесс, а автоматический оператор «присматривается» к его работе, «запоминает», как поступил мастер в том или другом случае. Только «пройдя курс» такого «обучения», накопив «опыт», машина сможет принять на себя обязанности человека.

Количество таких способных «обучаться» машин невиданно выросло к 2000 году.

...На много сотен метров растянулись выставленные для обозрения умелые и «умные» машины. И конечно, за короткий срок экскурсии мы не могли осмотреть всего того, что будет достигнуто за двадцать лет в этой области.

5

ГЛАВА



В ПРОЗРАЧНОЙ
ГЛУБИНЕ
КРИСТАЛЛА

II

однимаемся еще на одну ступеньку вверх. В мир кристалла масштабы этого мира таковы, что атомы, ажурная сложность и прихотливая зыбкость которых принесли нам столько беспокойства в предыдущих главах, в большинстве случаев можно считать просто упругими шариками.

…Много лет назад мне довелось читать старую научно-популярную книгу, в которой рассказывалось о строении вещества. Автор волшебным образом уменьшил своего героя настолько, что тот смог войти в кристалл топаза. Не помню ни названия книги, ни бесчисленных приключений героя, ни того, как он вернулся в наше «измерение», но одна картина врезалась в память: крохотный мальчик идет по паркету, бесконечно повторяющему один и тот же узор, между шарами-атомами, бесконечно повторяющимися в одном и том же порядке. И куда бы он ни взглянул, куда бы ни свернулся — везде только все тот же строгий, до ужаса геометрический порядок, царство холода, стройности и неподвижности…

Что ж? Для начала века, когда была нарисована эта картина, она полностью соответствовала научным представлениям о строении кристалла.

Сегодня они существенным образом изменились. Физики уже знают: атомы совершают непрерывные тепловые колебания, пространство между ними заполнено своеобразной атмосферой — облаком стремительно движущихся электронов, деформируются сами атомы. Но главное осталось: великолепный математический порядок кристаллической решетки. Поэтому и теперь и в научно-популярных книгах, и в вузовских учебниках упрощенно изображают структуру кристалла правильным чередованием белых, черных, пестрых шариков, слагающихся в точный узор.

Вы видели, вероятно, драгоценные камни — бриллианты, изумруды, рубины, аметисты. Значит, у вас есть представление о том, что такое кристалл.

Но значительно чаще люди имеют дело с другими, несравненно более скромными и более нужными кристаллами.

Возьмите слюду. Полупрозрачный минерал, пластинки которого легко отделить друг от друга. Их нередко вставляют в смотровые окошки керосинок, керогазов. А несколько столетий назад их вставляли и в оконные рамы. Так вот, тонкие пластинки слюды — и есть кристаллы этого минерала.

Наверное, вам приходилось видеть зеленые кристаллы медного купороса, желтые кристаллы железного купороса. Их применяют и в сельском хозяйстве, и во многих отраслях промышленности.

Разобрав репродуктор радиоприемника, вы найдете там пластинку вещества — чаще всего кристалл сегнетовой соли. О том, зачем она нужна здесь, узнаем позже.

Да и на обеденном столе можно встретить кристаллы — белые кубики соли и прозрачные кубики сахарного песка.

Все это — кристаллы достаточно крупные, чтобы рассматривать их поодиночке, но отнюдь не самые большие. Геологам попадаются кри-

сталлы кварца, например, длиной в метр. Поднять такой «образец» могут только несколько человек, ведь он весит сотни килограммов, а то и целую тонну.

Но не эти гиганты и даже не те, которые можно взять и ощупать, типичны. Нет, обитатели и этого мира чаще всего невидимы простым глазом. Только лупа и микроскоп дают возможность познакомиться с ними.

Вооружившись приборами, мы внезапно обнаруживаем, что чуть ли не все, что нас окружает, имеет кристаллическое строение.

Исключением являются только газы, жидкости да твердые тела растительного или животного происхождения. Да еще очень и очень немногие вещества.

А кристаллы... Это все горные породы — граниты, базальты, гнейсы. Это обломки скал, валунов, булыжников, песчинок. В том числе и те, самые крохотные, которые входят в состав почвы. Да, да, и они — обломки когда-то грозных и величественных хребтов, перемолотых водой, ветром, температурой, временем...

Кристаллы — металл пера, которым написана книга, и ножа, которым вы отрезаете хлеб, деталей трактора, поднимающего целину, и ракеты, умчавшейся в космос. Никто никогда ни в какой лаборатории не встречая ни одной твердой крупинки некристаллического металла.

Но мы не различаем во всех этих веществах кристаллов, потому что они очень малы, перепутаны, составляют внешне однородную массу.

Итак, мы в мире кристаллов. Познакомимся с законами, которые здесь господствуют.

ЦАРСТВО СИММЕТРИИ

Человек встретился с кристаллами на самых первых этапах своего существования. Кремневые ножи, топоры и наконечники стрел — наверное, отнюдь не единственное в истории применение кристаллических материалов.

В древнейших захоронениях каменного и бронзового веков находят археологи украшения из кристаллов — иные из них и сегодня считаются драгоценными.

Однако тысячелетия и тысячелетия прошли, прежде чем возникло сначала слово «кристалл», а затем и научное понятие, которое оно выражает. Ибо вначале словом «кристалл» — в переводе с греческого «лед» — называли только горный хрусталь, кварц, считавшийся особым видом нетающего льда. Наивному заблуждению детского времени науки обязаны мы красивым термином. Кристалл! Кажется, сами звуки рождают представление о блеске отполированных граней, сдержанном звоне упругого материала, его холодной прозрачности...

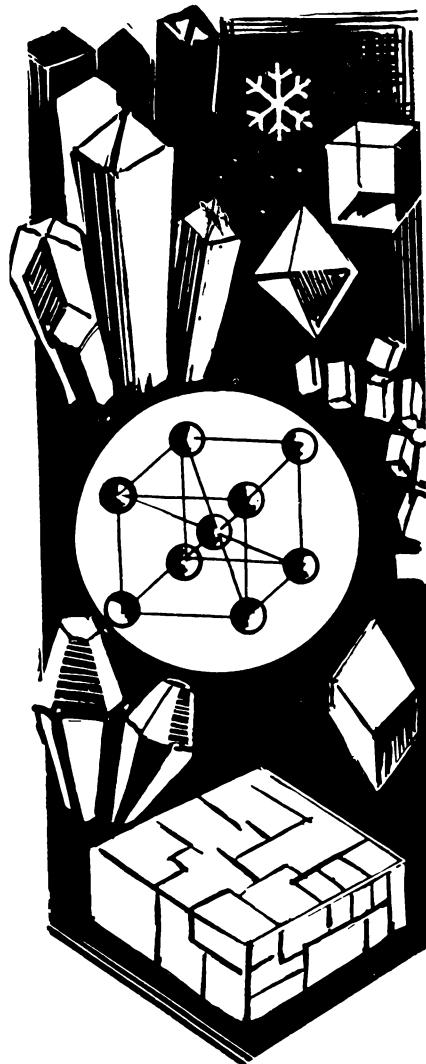
Но наука о кристаллах — кристаллография — появилась еще позже. Считают, что начало ей положил датский ученый Николай Стенон в 1669 году. Это он установил, что кристаллы одного и того же вещества

ва — большие и маленькие, образовавшиеся в самых различных условиях — имеют между соответствующими гранями углы всегда одной и той же величины. По этим углам, по их набору, можно четко определить, не прибегая к химическому анализу, какой перед нами материал.

Этот первый закон новой науки и сегодня остается ее важнейшим законом. Но теперь ясно то, что было в свое время тайной для Стенона: постоянство углов объясняется четкой правильностью кристаллической решетки, свойственной тому или другому веществу. Предположение о существовании у кристаллов такой решетчатой структуры впервые высказал знаменитый астроном Гершель. Помимо телескопов, звезд и планет, он интересовался и многим другим. В частности, написал трактат о форме снежинок. А ведь снежинки — по поэтическому определению М. Горького, «маленькие мертвые цветы» — тоже кристаллы. Присмотритесь к ним: как прекрасно и разнообразно их ажурное кружево!

Второе важнейшее свойство кристаллов — анизотропность, неоднородность их свойств в зависимости от направления испытываемого элемента относительно осей симметрии этого кристалла. Например, та же слюда. Как легко отшелушиваются друг от друга ее плоские чешуйки-кристаллы и как трудно разорвать такую чешуйку! Но разве меняется только прочность при повороте кристалла? Ученые делали простой опыт: вытачивали из кварца шар. Стоило его нагреть, и он вытягивался яйцом. Пропускали через него свет — и при повороте изменялась его прозрачность. И тепло в одних направлениях он проводил лучше, чем в других... А если бы удалось опустить этот шар в пересыщенный раствор окиси кремния — он очень скоро превратился бы в хорошо ограненный кристалл кварца. У него «отросли» бы в первую очередь сточенные углы и грани...

Классифицируют кристаллы по их форме, точнее — по наличию или



Ионная решетка кристалла

отсутствию плоскостей, осей и точек симметрии. Если же посмотреть глубже, суть дела в строении кристаллической решетки.

Еще в конце прошлого века русский ученый Е. С. Федоров и немецкий кристаллограф Шёнфлис установили, что существует всего 230 совершенно различных группировок атомов, которые, повторяясь, и образуют кристаллические решетки разных видов. Это и есть знаменитые 230 групп кристаллографии. Они объединены в 32 класса, каждый из которых характеризуется своими свойствами симметричности.

Это, так сказать, общие свойства кристаллов. Гораздо разнообразнее индивидуальные черты их характеров. И прямо скажем, среди кристаллов есть обладатели удивительных качеств.

Взять хотя бы алмаз. Абсолютный чемпион по твердости среди всех других веществ, созданных в лаборатории природы. Его исключительная «твёрдокаменность» — следствие только особой структуры кристаллической решетки, а не атомов углерода. Ибо, соединившись в другой узор, эти атомы составляют другую горную породу — мягкий графит. Создавая искусственные материалы, которые могли бы превзойти твердость алмаза или на крайний случай — не уступать ей, человек старается уложить атомы на манер алмазной решетки. И это ему уже удается. Несколько лет назад, к примеру, ученые сообщили, что в нашей стране получен борозон — вещество даже более твердое, чем алмаз...

Кристаллы графита и вольфрама — чемпионы по жаростойкости. Они ухитряются выдерживать температуры, равные двум третям солнечной.

А упоминаемый во всех учебниках исландский шпат! Кристалл, который может расщепить надвое луч света, так что двоится видимое за ним изображение...

Или прекрасный камень Индии и Цейлона — турмалин. С незапамятных времен известно было непонятное свойство его кристаллов притягивать горячий пепел и отталкивать холодный... Позже с этим «цейлонским магнитом» научились делать и другой опыт. Нагретый кристалл сквозь шелковое сито посыпал смесью порошков серы и сурика. И он сразу же разделял крохотные пылинки: один его конец покрывался красным налетом сурика, другой — желтым серы...

Сейчас ученые называют свойство кристаллов при нагревании электризоваться — порождать на одних гранях положительный, на других отрицательный заряды — пироэлектричеством. Корни этого слова тоже греческие. Уже объяснено происхождение слова «электричество». Слово «пиррос» в переводе означает «огонь». Таким образом, пироэлектричество — это электричество, порожденное в кристалле огнем...

Еще более любопытное и несравненно более важное для современной техники качество некоторых кристаллов открыли в 1880 году молодые французские ученые Пьер и Жан Кюри. Да, да, тот самый Пьер Кюри, который позже вместе со своей женой Марией Складовской-Кюри заложил первые краеугольные камни века атомной физики.

Братья Кюри занимались изучением пироэлектрических свойств кристаллов. Электризация турмалина происходит при нагревании его, то есть при расширении.

А нельзя ли вызвать появление электрических зарядов механическим растяжением или сжатием?

Так была сформулирована задача. Поставить опыты умелым экспериментаторам было несложно. Первоначальное предположение полностью оправдалось. При сжатии кварцевой пластинки на ее гранях возникали электрические заряды: стрелка чувствительного гальванометра отклонялась в сторону. Когда сжатие сменяли растяжением, стрелка гальванометра отклонялась в другую сторону — заряды на пластинке кварца менялись местами.

Братья Кюри открыли и обратное явление. Если к пластинке кварца подсоединяли электрический ток, она сжималась или растягивалась — в зависимости от направления тока. Переменный ток заставлял ее непрерывно колебаться...

Это взаимное превращение механической энергии в электрическую и электрической в механическую ученые назвали пьезоэлектрическими. Они выяснили, что величина пьезоэлектрического тока пропорциональна величине давления, что больший ток, приложенный к кристаллу кварца, вызывает соответственно большую его деформацию.

Надо ли говорить, сколько много применений нашли эти свойства кристаллов!

На них основано устройство ультразвуковых локаторов, эхолотов, шумопеленгаторов, многих звукозаписывающих приборов, звукоснимающих головок репродукторов, ультразвуковых дефектоскопов, ультразвуковых микроскопов, пьезоэлектрических датчиков и т. д. Список этот можно бы продолжать и дальше...

ВЗГЛЯД СКВОЗЬ КРИСТАЛЛ

О решетчатой структуре кристалла догадался Гершель, всматриваясь в кружевной узор снежинок. Федоров и Шёнфлис скрупулезно подсчитали и разложили по полочкам классификационной таблицы возможные конфигурации решеток... Но ведь все это чисто умозрительно, без, так сказать, убежденности, что эти решетки существуют. Они — гипотетические, как бы ни подтверждалась гипотеза об их существовании косвенными данными. Ведь их никто никогда не видел!

Да, так было еще в самом начале нашего века, хотя и тогда уже рассеялись сомнения в реальности кристаллических решеток. А в 1912 году их удалось увидеть.

Есть прозрачные как слеза кристаллы. Есть кристаллы, не пропускающие ни лучика, — скажем, кристаллы металлов. Но и в тех и в других одинаково невозможно даже в лучший микроскоп рассмотреть атомы, убедиться, что они стоят строго на предназначенных им местах. Как же увидели эту кристаллическую решетку?

Произошло это впервые в лаборатории немецкого физика М. Лауэ. Принцип опыта был очень прост. Сквозь кристалл пропустили рентгеновы лучи. (Мы уже знакомились с этими обладающими очень большой проникающей способностью лучами электромагнитного спектра.) И вот

после нескольких неудач ученый держит в руках фотопластинку. Внимательно через лупу разглядывает ее отдельные участки. На фотопластинке — не сплошное пятно засвеченной потоком лучей эмульсии, а серия симметричных пятен. И ученый сделал сразу два очень точных вывода. Во-первых, что кристаллы имеют решетчатое, симметрично организованное, а не хаотическое расположение атомов. Во-вторых, что рентгеновы лучи — это электромагнитные волны. Ведь чередование затененных и освещенных мест на фотопластинке с несомненностью свидетельствовало о том, что они испытали в кристалле дифракцию — явление, свойственное волнам и невозможное для потока частиц.

Так разве это значит — увидеть кристаллическую решетку? Это лишь тень ее, даже лишь фотография тени...

Однако такими же тенями являются фотографии вирусов. И изображение бактерий. Но мы не сомневаемся в их достоверности.

Можно пощупать пуговицу, в крайнем случае — булавочную головку. Уже маковое зернышко не доступно для такого органолептического обнаружения. Но реальность существования и семян мака, и вирусов холеры, и кристаллической решетки несомненна, хотя их и нельзя потрогать пальцами. Достаточно, если можно их «потрогать» лучом света, квантами рентгеновых волн или «осветить» потоком электронов. Приборы ученых — это продолжения их чувств.

Много ли можно разглядеть в глубине самого прозрачного кристалла кварца? А рентгеновы лучи смогли проникнуть во внутреннее тончайшее строение самых сверхпроницаемых кристаллов.

...Ученые до тонкости научились разбираться в рентгенограммах кристаллических решеток, хотя дело это очень не простое, связанное со сложнейшими математическими расчетами. Даже лучшие электронно-счетные машины тратят на такие расчеты целые часы. Но зато расположение любого атома в кристалле возможно установить с точностью до одного ангстрема — до одной десятимиллионной доли миллиметра!

В последние годы в глубину кристалла стали заглядывать не только рентгеновыми лучами, но и пучками электронов и нейtronов. При прохождении их сквозь кристаллическую решетку проявляется волновая природа этих элементарных частиц, они испытывают явление дифракции. На фотопластинке возникает причудливый узор светописи, еще менее говорящий неспециалисту, чем неграмотному глянная табличка с клинописью. Но специалисты читают эту светопись электронов и нейтронов не хуже, чем лингвисты — мертвые языки древних.

К настоящему времени обследованы рентгеном, пучками электронов и нейтронов несколько тысяч неорганических структур кристаллов и более пяти тысяч органических. Нет, не пустое любопытство заставляет ученых тратить время и силы на создание и, главное, анализ этой колоссальной коллекции светотеней. Рентгеноструктурный анализ позволяет ответить на многие вопросы, которые имеют чисто практическое значение

Сейчас в науке особо обострился интерес к строению белка — основы

живого на нашей планете. Большинство белков имеет чрезвычайно сложное строение. Они состоят из десятков, сотен, а то и тысяч отдельных атомов. Нелегко разобраться в их структуре, в порядке связей атомов, в их последовательности. Легче всего это сделать, когда белок перейдет в кристаллическое состояние. Кристалл белка просвечивают рентгеновыми лучами и подвергают рентгенограмму обычному анализу. Именно так была расшифрована тайна строения целительной молекулы пенициллина. Так была распутана сложная нить ДНК — органической кислоты, ответственной в организме за передачу наследственных признаков.

Итак, проанализировано около 10 тысяч кристаллических веществ. Много ли это? Не очень, если мы вспомним, что живые организмы содержат более ста тысяч различных белков! И о строении, о структуре большинства из них почти ничего не известно!

Немало еще тайн скрывается в прозрачной глубине кристалла!

ОГНЕННАЯ КОЛЫБЕЛЬ РУБИНА

Кто не помнит превосходного романа Александра Дюма о смелом моряке Эдмоне Дантесе, которому в тюрьме аббат Фария передал права на неисчислимые сокровища герцога Спады? Эдмону удалось вырваться из замка, достичь острова, где были скрыты эти богатства, и...

«В сундуке были три отделения...

В третьем отделении, наполненном до половины, Эдмон погрузил руку в груду алмазов, жемчугов, рубинов, которые, падая друг на друга сверкающим водопадом, стучали, подобно граду, бьющему в стекла...»

Марсельский моряк стал чуть ли не самым богатым человеком в мире! Вот, оказывается, как дорого ценились разноцветные кристаллы углерода, окиси кремния, алюминия и других обычных земных элементов!

Конечно, сундук Спады и сегодня стоил бы немало. И сегодня еще хранятся в подземельях банков крупные, «чистой воды» алмазы, изумруды, рубины. И сегодня баснословные деньги стоит кольцо с алмазом, изумрудное ожерелье. Слишком редко удается изготовить природе такие уникальные кристаллы. Но ее монополия на производство драгоценных камней ныне подорвана. Наступление ведется на всех участках. Даже таинственный зеленый изумруд, так долго не дававшийся в руки, научились делать ученыe. А самый драгоценный — алмаз — изготавливают на промышленных установках в практически неограниченных количествах.

Склнитесь над витриной ювелирного магазина. Преобладают красные рубины. Спросите специалиста, и он скажет вам, что ни один из них не найден в россыпях и месторождениях. Все родились в огненной колыбели, созданной человеком.

Оттуда же пришли и соседствующие с алыми, как капли крови, рубинами и другие камни витрины: сапфиры, прозрачно-голубоватые, по-

хожие на полдневное южное море, зеленые, как кошачьи глаза, изумруды и т. д.

Правда, не все драгоценные камни и не любых оттенков, чистоты, красоты могут воспроизвести в лаборатории или на заводе. Так, лишь недавно поступили к ювелирам первые кристаллы искусственных алмазов, а по большей части промышленность выпускает пока только неяркие, мелкие, тусклые камни, применяемые для технических целей. Кстати, недавно мне довелось посетить Институт физики высоких давлений Академии наук СССР. Ученые всегда несколько опережают производственников, не останавливаясь на достигнутом, решая все новые задачи. Так было и на этот раз. Проблема получения искусственных алмазов уже перестала волновать: работали заводские цеха по выпуску драгоценной продукции. На очереди — создание алмазных... деталей машин! Мне показывали алмазные гайки и болтики.

Очень редки искусственные изумруды. Но в целом ряде случаев даже опытный специалист не может отличить хорошо ограненные кристаллы искусственных камней от природных.

Разумеется, отнюдь не погоня за модой, не стремление украсить тускнеющих красавиц ожерельями и диадемами заставили ученых поставить и решить вопрос производства драгоценных кристаллов. Практика, промышленность потребовали это.

Откройте крышку ваших наручных часов. Видите, сияют яркие алые пуговки, вделанные в металл. Это — рубины, камни первого класса, лишь немногим уступающие по цене и красоте алмазу. «Механизм собран на 14 камнях», — говорят о таких часах. Это значит, что крохотные оси крохотных колесиков врачаются в крохотных отверстиях, выточенных в твердом драгоценном камне. Он почти не истирается и не истирает металлы оси. Между ними очень невелико трение; к тому же по мере приработки оно не только не возрастает, но, наоборот, уменьшается. А именно это и нужно для такого тонкого и точного механизма, как часовий.

В 1975 году наша промышленность выпустила 55 миллионов штук часов. Представляете, сколько потребовалось для них подшипников из рубина!

Часы — отнюдь не единственный прибор, в котором используется твердость и износостойкость драгоценного камня. Коромысла всем известных точных лабораторных весов стараются подвешивать на рубиновой пирамидке. Тонкую иглу, ощупывающую неровности поверхности металла у специальных приборов, служащих для определения чистоты обработки, делают из рубина. Даже иглы для проигрывания долгоиграющих пластинок снабжают рубиновым острием. В производстве искусственного волокна рубиновые нитеводители заменили стеклянные и фарфоровые. Большие кристаллы рубина работают в квантовых генераторах света — мы говорили о них особо.

Более полутораста лет назад русский академик Т. Ловиц сказал:

— Образование кристаллов есть неоспоримо самое привлекательное и удивительное, но притом... еще неизъяснимое действие природы.

А между тем выращивание кристаллов некоторых веществ дело совсем нехитрое. И тот же Ловиц знал несколько способов такого выращивания. Вот наиболее простой, всем доступный.

В стакане с горячей водой, лучше всего с кипятком, надо растворить порошок кристаллического вещества — соли, сахара, соды, медного купороса, — до тех пор, пока он не перестанет растворяться. Тогда, не допуская охлаждения жидкости, следует перелить ее осторожно в другой стакан так, чтобы осадки остались в первом стакане.

Таким образом, мы получим насыщенный раствор. Известно, что при повышении температуры воды растворимость в ней увеличивается, при понижении — уменьшается. Начнем охлаждать раствор. Если мы будем это делать достаточно медленно и осторожно, никаких видимых изменений не произойдет. Но раствор станет пересыщенным. Он будет все время стремиться выделить избыток растворенного вещества. И скорее всего отложит его тонкой мозаикой кристаллов на стенках и дне.

Можно попытаться вырастить эти кристаллы, добавляя в стакан по-немногу пересыщенного раствора. Для этого надо сделать очень тонкий спут: подвесить в жидкости на ниточке маленький кристаллик того же вещества, что содержится в растворе. И тогда избыточное количество будет откладываться на его стенках, кристалл начнет расти, не теряя правильности своих форм.

При известном навыке таким способом — внесением затравки — можно вырастить многие крупные кристаллы. В том числе, например, и горного хрустала.

Но ведь кварц, то есть горный хрусталь, не растворяется в воде? Как же удалось преодолеть это свойство?

Выращивание монокристаллов горного хрустала осуществляют в автоклавах под давлением в несколько сотен атмосфер и при температуре в 350—400 градусов. Вот такая «раскаленная» вода, которая не может обратиться в пар, ибо этому мешает высокое давление, обладает громадной агрессивностью. В ней растворяется и двуокись кремния — кремнезем, кварц.

Автоклав имеет подогрев снизу, где растворяются мелкие кристаллы кремнезема. А в верхней его части, где вода имеет несколько более низкую температуру, и происходит отложение вещества из раствора, который становится пересыщенным, на подвешенную «затравку». Циркуляция жидкости обеспечивает непрерывную транспортировку растворенного кремнезема снизу вверх, к растущему кристаллу. В таком автоклаве выращивают сверкающие безукоризненно правильными гранями однородные кристаллы кварца весом в несколько килограммов. Длится это 3—4 месяца.

Думаете, очень долго?

Подобные по размеру и чистоте естественные кристаллы горного хрусталия природа создавала сотни и тысячи лет...

На том же принципе, но еще более сложном, основано выращивание кристаллов изумруда. Способ родился во Франции. Его предложил в 1929 году Г. Эспиг.

Этот процесс ведется в платиновом сосуде, наполненном молибдатом лития — одной из солей молибденовой кислоты. Входящие в состав изумруда окислы бериллия и алюминия находятся на дне этого сосуда, а окисел кремния плавает по поверхности расплава. Растворы этих веществ диффундируют навстречу друг другу. «Свидание» происходит где-то в середине раствора, у расположенной там дырчатой платиновой пластинки. Под ней и растут кристаллы.

...Древний естествоиспытатель Плиний Старший заметил как-то, что изумруд «зеленее всего самого зеленого на свете».

Этот глубокий цвет, за который хорошо ограненные изумруды цепятся выше алмаза, придают кристаллам микроскопическими добавками окиси металлов иттрия и никеля.

О, это совсем не так просто — вырастить драгоценные и для ювелиров и для техников кристаллы изумруда! Достаточно напомнить, что в ванне Эспига кристаллы прибавляют за год всего один сантиметр.

И все же эта скорость в десятки тысяч раз превосходит скорости в «естественных лабораториях»!



Но выращивание из пересыщенных растворов — не единственный способ получения кристаллов. Вспомните ажурную красоту снежинок. А ведь она появилась при охлаждении водяных паров.

Именно этот путь кристаллизации позволил осуществить синтез рубина.

Длинной была борьба за его искусственное «выведение». Еще в 1837 году француз М. Годен впервые получил мельчайшие кристаллики рубина. Однако это не имело никакого практического значения, скорее лишь подтвердило в принципе саму возможность.

Ученые многих стран — Эбельман, Фреми, Фейль (всех их не перечислить здесь) — пытались вступить в единоборство с рубином. Но только в 1902 году — и опять во Франции — А. Вернейлю удалось разгрызть этот орешек. Вот как работает предложенная им установка.

Главная ее часть — кислородно-водородная горелка, пламя которой бушует в цилиндре из огнеупорного материала. Сквозь узкую щель, закрытую темным, почти непрозрачным стеклом, можно заглянуть внутрь.

В это пламя подают тонко размолотый порошок обычновенного глинозема — окисла алюминия. Температура в огненной колыбели достигает такой величины, что даже сверхжаростойкий кремнезем, который и плавится-то при 1700 градусах, мгновенно испаряется. Острое пламя упирается в тугоплавкую керамическую свечу. На этой свече и идет кри-

сталлизация драгоценных кристаллов прямо из парообразного состояния.

Окраску им придают добавленные в порошок кремнезема окислы различных металлов. Окись хрома дает алую окраску рубина. Если вместо нее вводят окислы железа и титана, получают фиолетовые камни, а хрома, никеля и железа — оранжевые. Блестящая палитра буквально всех цветов радуги со множеством оттенков, переходов, интенсивностей!..

В 1938 году советский ученый С. К. Попов разработал методику получения кристаллов синтетического рубина в виде длинных тонких стержней. Вот из них-то и делают сегодня камни и для ювелиров, и для технических устройств.

На ВДНХ демонстрировалась установка для изготовления искусственных рубинов. В пламени кислородно-водородной горелки этого аппарата при температуре в 2000 градусов кристаллы растут со скоростью 8—10 миллиметров в час. В нем можно выращивать кристаллы рубина, сапфира, аметиста, александрита длиной до метра.

Синтетический рубин и его разновидности ныне выпускаются очень широко. Мировое производство этого вида камней уже лет двадцать назад достигло более 100 тонн в год.

Для сравнения напомним, что за всю историю человечества было добыто всего около 100 тонн алмазов!



А ведь все это — если и не первые, то еще и не последние шаги. Человек вступил в соревнование с природой в изготовлении драгоценных камней и обгоняет ее. Нет сомнения, что он научится делать изумруды невиданной глубины, алмазы волшебной чистоты. Он будет их выпускать в любых потребных количествах. Изумрудные, рубиновые, бриллиантовые ожерелья станут такими же дешевыми, как стеклянные бусы или нити из ракушек.

А теперь поговорим о том, как человек собирается не только повторить достижения природы, но и превзойти их. Речь пойдет о кристаллах сверхпрочного металла.

СВЕРХПРОЧНЫЙ МЕТАЛЛ

В одном из романов знаменитого английского фантаста Герберта Уэллса рассказывается о чудесной лестнице, нити которой были не толще паутины. Между тем они выдерживали вес нескольких человек одновременно и, казалось, никогда не разорвутся.

Что это было? Сплав удивительной прочности? Необыкновенное искусственное волокно? Писатель не дал ответа на этот вопрос. Взглядом художника, а не инженера видел он будущее.

Однажды я напомнил этот момент известному специалисту по прочности металлов члену-корреспонденту Академии наук СССР Ивану Авгу-

стовичу Одингу. Я имел счастливую возможность познакомиться и беседовать с этим интересным ученым незадолго до его смерти.

— Вероятно, паутинки уэллсовской лестницы были сделаны из чистого железа, — ответил, подумав, Иван Августович. — Да, да, из чистого железа.

— Простите, но ведь железо — это мягкий, податливый, пластичный металл. Временное сопротивление на разрыв у него едва-едва достигает двадцати килограммов на квадратный миллиметр. Чистое железо значительно менее прочно, чем сталь. Ведь именно сталь идет на самые ответственные, самые «нагруженные» детали машин и механизмов.

— Вы правы, — улыбнулся учений. — Но дело значительно сложнее. Для того чтобы разобраться в нем, оглянемся назад.

Рассказ обещал быть чрезвычайно интересным. Я достал блокнот и карандаш...

— Знаете ли вы, что все те машины, с которыми мы имеем дело сегодня, было бы невозможно построить, если бы в распоряжении их создателей были только материалы, существовавшие в начале нашего века? Что был бы невозможен реактивный самолет и газотурбинный двигатель? Да и обычный автомобильный мотор оказался бы раза в два-три тяжелее сегодняшнего.

В годы первой мировой войны чугун обладал прочностью всего около восьми килограммов на квадратный миллиметр. Хорошие заводы гарантировали десять килограммов на квадратный миллиметр...

А ныне чугун выдерживает 70—80 кг/мм².

Легкие сплавы тоже имели предел прочности 6—7 кг/мм².

А современные сплавы алюминия позволяют доводить нагрузку до 55—60 кг/мм². Грубо говоря, металловедам удалось повысить за эти годы прочность главных металлов машиностроения примерно в 8—10 раз.

Это — грандиозная победа. Вот цифры, которые позволяют предсказать ее величественные результаты.

Вес двигателя внутреннего сгорания на одну лошадиную силу в 1900 году составлял 250 килограммов. Сегодня вес одной лошадиной силы авиационного дизеля не достигает и килограмма!

Вес пароэлектрического агрегата электростанции на одну лошадиную силу снизился с начала века, когда он был равен примерно 150 килограммам, до 4—5 килограммов!

Без успехов metallurgii были бы немыслимы современные паровые турбины, лопатки которых испытывают гигантские напряжения, паровые котлы с паром сверхвысоких параметров, при которых трубопроводы работают на грани вишневого свечения, высотные здания, стальные каркасы которых несут на себе огромную тяжесть.

Казалось бы, успех колоссальный. Он был достигнут двумя основными путями: во-первых, легированием металла, то есть добавлением в его состав незначительных в процентном отношении упрочняющих присадок, и, во-вторых, разработанной системой термообработок, вызывающих выгодные для нас изменения в кристаллической структуре материалов. Оба пути не пройдены еще до конца ни наукой, ни практикой. Дальнейшее упрочнение, повышение качества металлов возможно бла-

годаря применению новых присадок и новых методов механической и термической обработок. И, вероятно, в течение ближайших лет прочность стали поднимется от достигнутых сегодня 200 до 300 кг/мм². Если быть оптимистичным, можно ожидать и 400 кг/мм². Ну, а где же тот верхний предел прочности металла, к которому следует стремиться?

Этот предел указали физики. Они определили величины межатомных связей, и по их теоретическим расчетам оказалось, что прочность чистых металлов должна быть в тысячи раз выше тех, которые мы пока рассматриваем как свое предельное достижение.

Представляете себе! Не в два, не в десять, а в тысячи раз! Вот она — паутинка, которая выдержит вес десятка людей! Вот они — мосты, фермы которых похожи на кружево, «заоблачные» башни телевизионных центров, воистину почти невесомые самолеты и автомобили!

Листая страницы научно-фантастических романов, я всегда удивлялся массивности описываемых машин и сооружений. И писатели, и художники стремились изобразить их величественными. А ведь в будущем вероятнее всего ожидать сверхлегкие пластмассовые дома, крохотные, но очень мощные и производительные механизмы.

Два ученых — английский физик Ж. Тейлор и член-корреспондент Академии наук СССР Я. И. Френкель независимо друг от друга пришли к одинаковому мнению:

«В металле, в его кристаллической структуре есть определенные несовершенства, структура их действительная не соответствует теоретической. Эти несовершенства и являются причиной их низкой прочности».

Таким был их вывод.

Попробуем разъяснить это на примере. Представьте себе комнату, заполненную футбольными мячами так, что они образуют вершины куба. Допустим, что мячи лежат не строго равномерно: есть пропуски, места смещений и другие искажения от точно математической укладки. Видимо, нечто подобное происходит и в кристаллической решетке металлов. В большинстве случаев металлы кристаллизуются в кубической системе, то есть атомы располагаются по углам куба. «Допуски» в их укладке и вызывают катастрофическое падение прочности металла.

Сколько споров было вокруг этой гипотезы! Одни ее признавали, другие считали ересью. Но факты неумолимо подтверждали ее соответствие истине. Прежде всего совпадала расчетная прочность металла — если учесть имеющиеся в нем определенного вида несовершенства, их называли дислокациями,— с той прочностью, которая была в действительности. Решающую роль при этом сыграли свидетельские показания электронного микроскопа.

Как же согласовать теоретическую прочность металла с практической прочностью? Почему между ними такой гигантский разрыв? Почекуму еще невозможна уэллсовская лестница?

Дислокации, которые их противники объявили несуществующими, удалось увидеть. И даже заснять на кинопленку.

Дальнейшие исследования выявили примерно такую картину. Дисло-

кации возникают в металле в первые же мгновения его затвердевания в литейной форме. Оказывается, кристаллизация из расплава с образованием дислокаций идет с меньшей затратой энергии, чем без них. А затем при дальнейшей обработке — ковке, прокатке, волочении металла — мы умножаем количество этих дислокаций.

Интересна и еще одна особенность. Минимальную прочность металл имеет при совершенно определенном количестве дислокаций. Если мы их увеличим — это происходит, например, при прокатке, — металл становится прочнее. Чем больше дислокаций — тем прочнее металл. Вот по этому пути увеличения числа дислокаций, не подозревая об их существовании, и шли наука и практика металлургии в последние десятилетия.

Но есть и другой путь — уменьшение числа дислокаций. И этот путь гораздо эффективнее. Именно он может обеспечить нас материалами невероятной прочности.

Кстати, первые образцы такого материала без дислокаций уже есть. Правда, это пока лабораторные образцы, столбики чистого железа, выдерживающие при растяжении не $20 \text{ кг}/\text{мм}^2$, как сегодня, а $1400 \text{ кг}/\text{мм}^2$. Эта прочность уже приближается к предсказанной физиками-теоретиками.

Получают такой металл очень сложным методом. В специальной установке создается облако парообразного хлористого железа, нагретого до определенной температуры. Затем железо восстанавливается водородом. Водород соединяется с хлором, а атомы железа кристаллизуются на охлаждаемой пластинке в виде длинных кристаллов толщиной всего в несколько микрон. Эти нитеобразные кристаллы ученые назвали «усами».

Перед нами стоит задача — найти промышленную, широко применяемую в заводских условиях технологию изготовления такого бездислокационного металла. Если бы удалось, это было бы равносильно удвоению, удесятерению, увеличению в сотни раз мощностей нашей металлургической промышленности. Ведь мы тогда расходовали бы на те же сооружения в 10 и в 100 раз меньше материала, чем сейчас.

Каким способом будут получать сверхпрочный металл — сказать трудно. Удивительной прочностью обладают молекулярные пленки — ну, например, стенка мыльного пузыря. Вероятно, в укладке молекул в таких стенках тоже нет дислокаций. Может быть, от молекулярных пленок, а не от «железных усов» надо идти в поисках металла, которому принадлежит будущее.

Но можно утверждать совершенно твердо: задача управления дислокациями в металле будет решена. Причем в самые ближайшие годы. Металлы, которые до этого существовали только в романах фантастов, станут реальностью.

Техника, вслед за наукой, движется вперед все более убыстряющимися темпом. Вы, конечно, видели на фотографиях первые автомобили начала нашего века, похожие на пролетки, из которых выпрягли лошадей. Какими примитивными они кажутся сегодня! А автомобили конца века будут еще меньше походить на сегодняшние, чем наши — на эти вче-

рашение. И одним из революционных решений, которое определит дальнейшее движение техники вперед, будет создание бездислокационного сверхпрочного металла.

А может быть, удастся найти метод уничтожения дислокаций в уже отлитом металле, в уже готовой детали? Может быть, какой-нибудь новый вид обработки металла обеспечит нам это?

Здесь слишком много неизвестного — и еще больше неожиданного.

КРИСТАЛЛ И РАДИО

С кристаллами люди познакомились тысячи лет назад. С радиоволнами — меньше столетия.

Потом сделали так, что кристаллы и радио крепко сдружились. Развитие радио позволило открыть в кристалле новые свойства. Кристаллы способствовали расцвету радио.

Мы говорили о пьезоэффекте, о способности кристалла реагировать на давление появлением электрического заряда.

Мы говорили и о том, что в колебательном радиоконтуре особой силы достигают только свои «резонансные» колебания.

Оказалось, что и кварцевым пластинкам свойственны особые частоты колебаний. Причем резонанс выдерживается ими значительно точнее, чем колебательным контуром.

Вот такие кварцевые пластины и нашли себе применение в радиотехнике. Их включают в контур передающей радиостанции — и ее «голос» не «размазывается» по всему диапазону, а приобретает силу на строго определенной частоте.

Кварцевые стабилизаторы работают и в радиоприемниках. Только в таких, где требуется высокая чувствительность, точная настройка, — в радиолокаторах, радиопеленгаторах и других устройствах.

А в последние десятилетия кристаллы стали соперниками электронных ламп. Причем соперниками могучими.

Впрочем, началось это соперничество довольно давно.

В январе 1922 года сотрудник Нижегородской радиолаборатории Олег Владимирович Лосев пришел к интересному открытию. Стоит напомнить, что эта лаборатория была создана по указанию Владимира Ильича Ленина.

Лосев обнаружил, что включенный особым образом в схему приемника кристалл окиси цинка — цинкит — способен усиливать принимаемые им радиоволны.

Это было сенсацией. И в 20-х годах радиоприемники с цинкитовым детектором завоевали мир. На них устанавливали рекорды дальности радиосвязи. С их помощью радиолюбители, припав к наушникам, ловили и позывные далеких коллег, и передачи широковещательных радиостанций. Людям старшего поколения памятны деревянные ящики, имевшие, кроме ручек управления, еще похожую на колодезного журавля систему рычажков и пружинок, грациозно склонившую свой клюв к поблескивающему гранями темному кристаллу.

Несовершenna была тогда радиотехника! С каким восторгом мы, ребята, отнимали друг у друга один наушник, чтобы услышать Москву. А до Москвы-то от города, где я тогда жил, было едва триста километров... Но вдруг голос Москвы затухал на полуслове, на полузвуке. И радиолюбитель начинал перемещать иглу по кристаллу. Иногда с третьего, четвертого, пятнадцатого раза снова звучал волшебный голос... А случалось, он уже так и не возвращался в тот вечер...

Для меня это было волшеством. А ведь по существу это было волшеством и для взрослых. Да и для самого изобретателя «кристалла» Олега Лосева. Ведь и он тоже не представлял себе, что происходит в кристалле, столь удачно примененном им в радиотехнике. Только позже разобрались ученыe в сложных законах электроники полупроводников.

Незнание не дало возможности закрепить достигнутый успех. И в начавшемся соревновании победила электронная лампа.

Несколько десятилетий длилось ее ничем не омраченное торжество. Казалось, никто никогда не вспомнит о кристаллах. Но...

Переворот совершился в совсем далекой от радио области — в физике твердого тела. Особенно большую роль сыграли в этом ученыe, работавшие в Ленинградском физико-техническом институте под руководством академика А. Ф. Иоффе. Еще в 1931 году там была создана специальная группа по изучению полупроводников.

О том, как металлы проводят электрический ток, известно всем.

О том, почему изоляторы не проводят электрического тока, тоже всем известно: в их структурах нет легко срываемых со своих мест электронов.

А вот что происходит в полупроводниках? Считали, что эти вещества не могут быть ни проводниками, ни изоляторами.

Медленно, шаг за шагом постигали ученыe механизм электропроводности полупроводников.

Выяснилось, что им свойственны два вида проводимости: электронная и «дырочная». В первом случае электрический ток проходит в результате перемещения электронов. А во втором — в результате смещения «дырок», мест, не занятых электронами. Это очень упрощенное и условное объяснение чрезвычайно сложного явления. Но нам для дальнейшего надо помнить, что существуют два вида проводимости и что наличие той или другой определяется примесью, имеющейся в веществе полупроводника.

Выяснилось и другое. Слой контакта двух кусков полупроводника — одного с дырочной, другого с электронной проводимостью — может быть выпрямителем электрического тока. Он пропускает его только в одном направлении.

Стал ясным принцип работы кристаллического детектора. Поверхность детектирующих кристаллов покрыта слоем окисла, пленкой, имеющей другую, чем кристалл, проводимость. Но пленка эта неоднородна по толщине, да она есть и не в каждой точке кристалла. Поэтому приходилось радиолюбителям «ползать» иглой детектора по его граням.

Ученые нашли способ наносить на кристалл прочный однородный

слой такой пленки, а к ней приваривать проводничок. Получился кристаллический электронный прибор, способный заменить простейшую электронную лампу — диод. Ведь и ее основная профессия в радиоэлектронике состоит лишь в выпрямлении электрического тока.

Кристаллический триод — транзистор — появился в 1948 году. Он состоит как бы из трех слоев полупроводника — с электронной, дырчатой и снова электронной проводимостью. Впрочем, и слой с электронной проводимостью может быть заключен между двумя слоями с дырчатой проводимостью. Ко всем трем слоям припаивается по проволочке. И все.

Кристаллический триод стал мощнейшим соперником трехэлектродной лампы. Ведь он обладает способностью усиливать радиосигналы!

О том, какое огромное значение мгновенно же приобрели полупроводниковые электронные приборы, очень убедительно свидетельствует следующий факт: всего через 10 лет после изобретения кристаллического триода — транзистора — к 1959 году выпуск их достиг в мире 100 миллионов штук!

...Передо мной на столе — мелкая россыпь полупроводниковых приборов. В крохотных пробирочках — почти невидимые нити. В металлических колпачках величиной с копейку, от которых тянутся несравненно большие проволочки контактов, скрыты мельчайшие кристаллы.

Какая бездна труда и изобретательности за их кажущейся простотой!

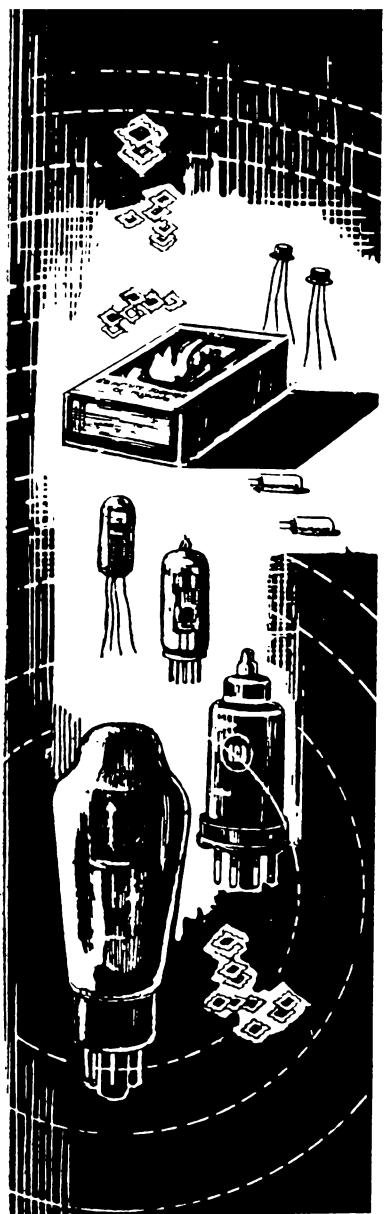
Кремний или германий, кристаллы которых применены в этих приборах, имеют чистоту состава в двенадцать-пятнадцать «девяток». Это значит, что в них содержится не менее 99,999 999 999 999 процента этих элементов. На миллиард атомов германия допускается не более одного атома примесей. На 1000 миллиардов атомов кремния — ни одного чужака.

Нелегко обеспечить такую чистоту материала!

Но ведь это еще не все! Объясняя работу кристаллических диода и триода, мы оперировали словами: «Два куска полупроводника». Может возникнуть впечатление, что кристаллические приборы состоятся из отдельных кусков. Это — превратное представление! Граница раздела между областями с разной проводимостью должна быть естественной, проходить внутри целого кристалла!

Было бы несерьезно называть точность, филигранность, которую обязаны выдерживать работники завода полупроводниковых приборов (многие из них следят за осуществляемыми операциями с помощью микроскопа), ювелирной точностью, ибо счет здесь идет не на караты и доли грамма, и на микрона и ангстремы.

Это совершенно новый тип производства, требующий новой сверхвысокой культуры труда. Это производство второй половины XX века!



Кристаллические соперники радиолампы

СОПЕРНИК РАДИОЛАМПЫ

В чем же основные преимущества кристаллических электронных приборов по сравнению с радиолампами?

Их много, этих преимуществ. И все — очень важные.

Возьмем хотя бы надежность.

Если вдруг погас на самом интересном месте футбольного матча голубой экран вашего телевизора, то это, конечно, не приятно, но еще не трагично.

Значительно хуже, если в момент аварии судна отказывает его радиопередатчик и не удается вызвать помощь, если прерывается связь с группой ушедших в дальний поиск геологов, если выходит из строя какое-либо из электронных средств навигации самолета, летящего в стрatosфере на высоте в 10 000 метров, над слоем густых облаков.

А ведь во всех этих устройствах, приборах, приемниках, передатчиках до последнего времени царствовали радиолампы.

В радиоприемнике может быть всего 5—6 таких ламп. В телевизоре их в пять раз больше, и поэтому телевизор в пять раз чаще ломается.

В навигационном оборудовании океанского корабля — сотни радиоламп.

В первой же электронной цифровой машине, построенной в США в 1943 году, было 18 000 ламп!

А у радиолампы часто перегорает нить накала. Она может потерять эмиссию — облачко электронов перестанет вылетать из катода. Она может потерять вакуум или просто разбиться...

Несравненно надежнее кристалл. Он выдерживает гигантские перегрузки, толчки, нечувствителен к изменениям температуры. Ему с большим основанием можно доверить жизнь пассажиров и океанского лайнера, и трансконтинентального самолета, и космического корабля.

Второе достоинство полупроводниковых приборов — их долговечность.

Срок службы лучших радиоламп — не более 5000 часов.

Полупроводниковые триоды способны работать и 60 000 и 80 000 часов. Хоть десять лет непрерывно!

Третье достоинство — крайне малое количество потребляемой ими электроэнергии.

Возьмите обычный 30-ваттный приемник и замените его лампы полупроводниковыми приборами. Потребляемая мощность его упадет до 1—2 ватт. Подсчитайте, какую экономию даст переход на полупроводники в масштабе нашей страны, если в 1975 году только телевизоров было выпущено семь миллионов!

Четвертое достоинство — значительно меньшие габариты.

Чем будет меньше электронная аппаратура, тем легче установить ее и на самолет, и на ракету, да и дома она будет удобнее. Конечно, вы бы предпочли плоский, как картина, телевизор тому тяжелому ящику, который стоит в вашей квартире.

А какими огромными, нередко занимающими несколько залов, а то и этажей получаются электронные вычислительные машины! Не возьмешь такое объемистое чудовище ни на самолет, ни на ракету, а как бы там пригодилась их помощь!

Кристаллические приборы в десятки и сотни раз уменьшают размеры радиотехнических устройств.

Это они работают в транзисторах, похожих на портсигар.

Это они позволяют сконструировать электронно-вычислительные машины, способные уместиться в обыкновенном чемодане.

Ведь в кристаллических приборах электронные процессы вершатся в тончайших — молекулярной толщины — слоях. И поэтому они могут быть сделаны буквально сколь угодно малыми.

Первая электронно-вычислительная машина — мы уже вспоминали о ней — состояла из 18 000 электронных ламп, 10 000 конденсаторов, 6000 переключателей и т. д. Весила она 30 тонн.

В печати появилось сообщение, что за рубежом разрабатывается цифровая вычислительная машина, состоящая из 100 000 000 000 элементов. Ее объем — 16,4 кубического сантиметра. Она вся могла бы уместиться внутри среднего размера обычной электронной лампы вашего радиоприемника. Размеры ее отдельных деталей измеряются микронами.

Пусть это сообщение и не полностью соответствует действительности, пусть оно в значительной мере продиктовано рекламными соображениями. Суть в другом: такая сверхпределная миниатюризация принципиально возможна. А это значит: кристаллы полупроводников позволяют уменьшить габариты электронной аппаратуры в сто миллиардов раз!

И это еще не последнее слово полупроводниковых соперников радиолампы.

...Наверное, вам приходилось читать о будущих сверхумных «мыслящих» машинах. Фантасты не часто пытаются сообщить что-либо конкретное об их устройстве и ограничиваются обычно достаточно туманным описанием пульта управления. Читали вы и о сверхумных роботах. И в них тоже нет конкретности. Но почти всегда где-то, словно мимо-

ходом, и весьма многоизначительно упоминается «кристаллический мозг». Вот только материал, из которого этот «мозг» изготовлен, у каждого из авторов свой — от иридия и платины до кадмия и молибдена.

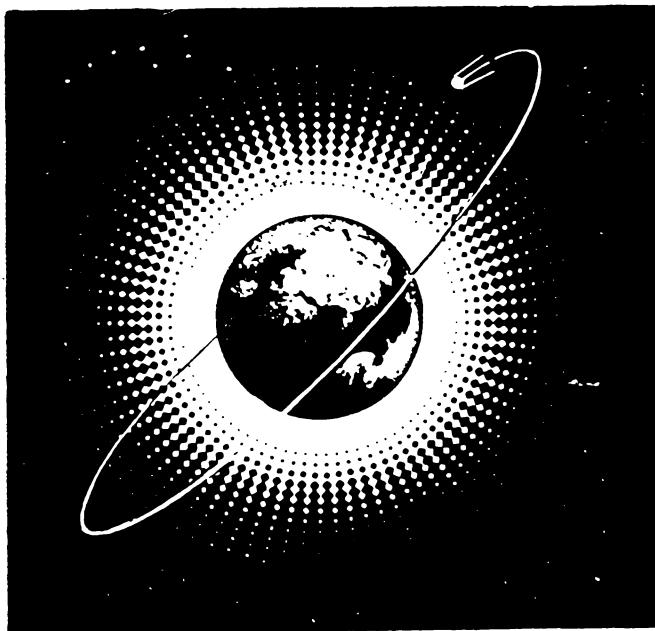
Это не случайно. Это отражение сегодняшнего уровня наших знаний.

Наверняка «мыслящие» машины, возможности которых окажутся соизмеримыми и превосходящими возможности человеческого мозга, будут созданы. Наверняка будут они конструироваться на основе полупроводниковых кристаллов. А вот более конкретного ничего сказать сегодня нельзя. И четко следящие за уровнем развития науки писатели-фантасты позволяют себе вольности, только выйдя за пределы научного предвидения.

Такой и должна быть научная фантастика. Иначе она перестанет быть или научной, или фантастикой.

6

ГЛАВА



НАША
ГОЛУБАЯ
ПЛАНЕТА

B

идели ли вы полет космического корабля или искусственного спутника по вечернему небу? Уже на земле темно. Уже вспыхнула щедрая россыпь звезд. И вот в их неподвижном вековечном узоре глаз замечает словно сдвинувшуюся с места звезду. И пока не исчезнет она на горизонте, не устанешь следить за ее неуклонным полетом... Но мы будем говорить о других блуждающих звездах. Непривычным взглядом невозможно сразу заметить их бег по черному бархату неба. Но уже древние пастухи, каждый вечер привыкшие смотреть на небо, научились различать их в небесном хороводе. Мы знаем сегодня: это сестры Земли — планеты Солнечной системы. А для нас с вами это — следующая ступень в организации материи.

Планеты — чрезвычайно сложные образования. Они окружены радиационными поясами, атмосферами, гидросферами; их твердые ядра так же, по-видимому, во всех случаях имеют слоистое строение. Вероятно, не все планеты обладают в ярко выраженном виде всеми перечисленными слоями. Исследования показывают, что у Марса, например, вроде бы нет радиационных поясов, а холодный Плутон, может быть, лишен гидросферы: все вещества, кроме гелия и водорода, находятся там в твердом состоянии.

Но общий принцип остается в силе и для этих планет: у них сложная слоистая структура. Каждый слой этой структуры живет своей особой жизнью. Между ними непрерывно происходит обмен веществом и энергией. Поскольку планеты отличаются друг от друга и величиной, и химическим составом преобладающих веществ, и количеством получаемой от Солнца энергии, то, видимо, различны в деталях процессы, протекающие в однородных слоях различных планет, различны и взаимодействия между слоями. Эти частные различия придают каждой из них черты индивидуальности. Вероятно, абсолютно тождественные двойники среди планет так же редки, как и среди людей.

Сегодня лучше других мы знаем Землю — носительницу разума, колыбель человечества. Поэтому именно о ней, о ее радиационных поясах, о ее могучей атмосфере, о ее великих океанах и материках, о ее черных безднах мы и будем говорить.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ПЛАНЕТЫ

...Нам предстоит на некоторое время заняться творчеством особого плана — «построить» планету! Главной нашей силой в этом деле будет пока фантазия, мечта... Впрочем, рано или поздно задачи такого масштаба встанут перед человеком и он будет решать их.

Планета — это стройное образование материи, в котором господствуют свои законы. Поэтому астрономы отличают планеты от астероидов — камней, в которых действуют законы мира кристаллов и которые не заслуживают чести называться планетами. Поэтому и космические лаборатории, запускаемые ныне учеными, лишь условно можно называть искусственными планетами. Было бы правильнее считать их искусственными астероидами.

...Итак, наделенные всем могуществом людей будущего, повелителей Вселенной, где-нибудь в отдаленном уголке ее «начинаем творить планету».

Вот ее первооснова — трехметровой длины прозрачный и чистый кристалл кварца...

Да, конечно, эта в совершенстве ограненная призма ничем не напоминает планету. Ни формой, ни величиной.

Увеличиваем наш кристалл в тысячу раз... Гигантская прозрачная скала, нестерпимо сверкающая в лучах далекого Солнца, дробящая в своей прозрачной глубине лучи бесчисленных звезд, висит в пространстве.

Нет, это еще не планета! Ведь планеты... шарообразные.

Мы могли бы еще и еще увеличивать кристалл, и настал бы момент, когда и он начал бы превращаться в планету Но скучной была бы ее жизнь.

Дадим ей полное обилие всех элементов периодической системы...

Из глубины космоса медленно выплывает металлический астероид. Они не прозрачны, эти странные, неизвестные на Земле кристаллы железа, образующиеся только в условиях невесомости. Но металлическая гора блестит еще нестерпимее хрустальной. Два драгоценных камня брызжут перед нами фонтанами лучей...

Вот они сблизились и соприкоснулись. В месте удара на миг вспыхнула радугой пыль раздробленного вещества. И так же медленно и величественно гигантские кристаллы разошлись в разные стороны. Они не хотят соединяться, еще не может спаять их воедино слабая здесь сила притяжения. Главная и определяющая облик планеты...

Еще, еще и еще увеличиваем массу вещества. Из разных концов пространства бросаем глыбы металлов, неметаллов, сложных и простых химических соединений, облака газов. И наконец, нам удается образовать рыхлый ноздреватый ком неправильной формы, но уже такой, что он притягивает к себе, хотя и с очень небольшим ускорением, забытые нами в спешке в пространстве рулетку и пружинные весы — измерительные инструменты, которые еще могут понадобиться.

Но и это еще не планета...

Продолжаем добавлять вещество. Непрерывные удары все новых глыб сотрясают заготовку будущей планеты, уплотняют ее. Становится заметней сила тяжести... Все более приближается к шару — под влиянием этой силы — форма. Появляется первая атмосфера...

Начинаются внутренние процессы расслоения, при которых легкие «материалы» выжимаются в периферийные области, а тяжелые — опускаются к центру. Вода заполняет углубления между выступающими глыбами-материками.

Под влиянием сжатия вещества и радиоактивного распада разогреваются недра. В разломы формирующейся коры прорывается внутренний жар — встают серые, с дымящимися вершинами конусы вулканов...

Это уже планета! Без сомнения!

Количественное накопление твердых кристаллических пород приве-

ло к резкому качественному скачку: возникла планета. Не электрические силы, формирующие кристалл, определяют ее строение. Силы гравитационного притяжения, никакой роли не играющие из-за их малости во внутренней жизни кристаллической решетки, сдавливают здесь самые атомы, срывают с них электронные оболочки. Они стали всемогущественными, главными. Они определяют уже не только строение планеты, но и ее взаимоотношения с окружающими небесными телами.

Разными могут быть планеты. И холодными газовыми шарами, почти сплошь состоящими всего из двух-трех элементов, и лишенными атмосферы, как Меркурий. Но главное у них — гравитационное притяжение вещества.

...Придадим нашей новорожденной вращательное движение — это несколько улучшит стройность ее формы — и пустим в вечный бег вокруг Солнца...

Лети, планета!
Живи, планета!

ДЕНЬ РОЖДЕНИЯ МИРА

Снова придется расположиться в тесной кабине машины времени. Нам предстоит значительно более дальний рейс. Ко дню рождения Земли. А впереди — ко дню рождения Вселенной.

Сразу включаем предельную скорость: миллион лет в секунду. При такой скорости, конечно, ничего нельзя рассмотреть в иллюминаторы. Ведь всего несколько мгновений займет разрушение горных хребтов, опускание материков на дно океанов. Да мы еще едем назад, смотрим как быпущенный в обратную сторону фильм...

Хорошая вещь — наша машина времени! Жаль, что никогда-никогда, даже при невообразимо высоком уровне развития науки и техники, не будет она построена! Ибо путешествие во времени назад, так сказать, навстречу его течению, невозможно.

Но почему же? Мы еще так мало знаем о том, что такое время, что составляет его физическую сущность. Может быть, когда мы узнаем о нем больше, окажется, что оно столь же пригодно для путешествий, как, скажем, глубины океана после изобретения подводных лодок или пространства космоса — после создания космических кораблей?

Нет. Этого не окажется. Этого не может оказаться, иначе нарушится причинная связь событий.

У известного американского фантаста Рая Бредбери есть любопытный рассказ «И грянул гром». Герой его отправляется на машине времени на 60 миллионов лет в прошлое. Случайно неловким движением он наступает на бабочку...

Впрочем, лучше предоставить слово автору.

«— Машина времени — дело щекотливое. Сами того не зная, мы можем убить какое-нибудь важное животное, пичугу, жука, раздавить цветок и уничтожить важное звено в развитии рода.

— Я что-то не понимаю,— сказал Экельс...

— Не будет потомков от всех потомков. Значит, неосторожно ступив ногой, вы уничтожаете не одну, не десяток, и не тысячу, а миллион миллиардов мышей!

— Хорошо, они сдохли,— согласился Экельс.— Ну и что?

— Что? — Тревис презрительно фыркнул.— А как с лисами, для питания которых нужны эти мыши? Не хватит десяти мышей — умрет одна лиса. Десятью лисами меньше — подохнет от голода лев...

И вот итог: через пятьдесят девять миллионов лет пещерный человек, один из дюжины, населяющей весь мир, гонимый голодом, выходит на охоту за кабаном или саблезубым тигром. Но вы, друг мой, раздавив одну мышь, тем самым раздавили всех тигров в этих местах. И пещерный человек умирает от голода. А этот человек, заметьте себе,— не просто один человек, нет! Это целый будущий народ...

Может быть, Рим не появится на своих семи холмах, Европа навсегда останется глухим лесом... Наступите на мышь — и вы сокрушите пирамиды. Так что будьте осторожны»...

И действительно, гибель только одной бабочки 70 миллионов лет назад резко изменила мир. Вернувшись, герой рассказа трагически убедился в этом...

Американский фантаст проявил недюжинную четкость диалектического мышления. Дело обстоит именно так. В материальном мире все события связаны последовательными причинными связями. Каждое событие является следствием предшествующего и причиной последующего. И поменяться местами они не могут.

Это — незыблемый закон.

Поэтому-то и нереальная машина времени, с помощью которой можно было бы корректировать ход истории.

И только наша машина времени верно несет свою службу. Мы и не заметили, как на диске спидометра голубой конец стрелки застыл на цифре 8 миллиардов лет назад.

За прозрачной гладью стекла — яркое сияние бесчисленных звезд юной Вселенной. Не ищите знакомых созвездий — их нет. Звезды еще не сложились в привычные нам с детства узоры. Да и звезды, которые мы видим вокруг,— совсем не те, что нам известны. В водовороте Галактики еще много раз будут сближаться с Солнцем и упывать от него бесчисленные небесные костры, прежде чем — тоже на миг в общем масштабе жизни Вселенной — установится привычная для нас картина.

А вот и Солнце — молодая, полыхающая протуберанцами, сияющая косматой короной звезда. Одинокая, без сопровождающих ее планет. Они еще не родились.

— Но что это? Солнце начало тускнеть и словно растворяется в туманной дымке: оно погружается в газо-пылевую туманность. Есть такие облака чрезвычайно разреженного газа и пыли, и в наше время они обнаружены, описаны, занесены в каталоги... Плотность вещества в них так мала, что Солнцу не грозит опасность «заплыться», пронзая их по извечно предначертанной траектории.

Солнце исчезло совсем. Включим двигатели машины, чтобы встре-

тить его на выходе из газо-пылевой туманности. Ведь по расчетам математиков, с ним там ничего не должно случиться, если только...

Но, видимо, в этом облаке с Солнцем что-то случилось. Прошла ли недалеко от него другая заблудившаяся в космическом тумане звезда? Повлияли какие-то факторы неизвестного нам характера? Ученые еще не знают этого. Но Солнце вынырнуло абсолютно не похожее на себя. Оно унесло с собой огромное облако, укутавшись в него, как в шубу. Тускло просвечивает его медно-красный диск сквозь это зыбкое одеяние...

Образование вокруг Солнца газо-пылевого облака — самый неясный момент во всей истории рождения Солнечной системы. Расчеты показывают, что, просто пролетая сквозь туманность, Солнце не может захватить с собой такого облака. Для этого должны быть еще какие-то условия. Но если встреча с газо-пылевой туманностью — довольно обычно в жизни любой звезды, то какие-то еще дополнительные события, вроде сближения в это время с другой звездой, — чрезвычайно редкое в звездном мире происшествие. А это означает, что и планеты, которые возникают из газо-пылевого облака, — явление исключительное.

И вот перед нами газо-пылевое кольцо. Это превращение облака в кольцо — закономерный, математически рассчитанный процесс. Кольцо не вплотную примыкает к Солнцу — слишком велика близи от его поверхности сила лучей. Они плавят, испаряют любые вещества и выталкивают газообразные молекулы подальше, к периферии.

Кольцо не однородно. Внутренне, ближайшие к Солнцу слои состоят главным образом из твердых тугоплавких частиц. В них очень мало главных элементов Вселенной — водорода, гелия. Зато преобладают кремний, металлы — алюминий, железо, титан...

Дальше от Солнца — больше газов. В первую очередь тяжелых — кислорода, азота.

Еще дальше от Солнца — газы, особенно водород и гелий, начинают превалировать. Состав кольца уже близок к среднему составу вещества нашей Вселенной. Эту неоднородность также породили лучи Солнца, выбросившие к периферии кольца более легкие элементы.

Надо ли говорить, что мы движемся, обгоняя время так, чтобы за минуты прослеживать процессы, занимающие сотни, тысячи и миллионы лет? И на наших глазах вершатся новые изменения в плоском, как лист бумаги, солнечном кольце. В нем какие-то неравномерности, сгустки вещества. Они все растут, возникают гравитационные силы, притягивающие к ним все новые частицы их окружающего пространства.

Да, это зародыши будущих планет...

Иным из них суждено еще распасться, другим превратиться в настоящие полноправные планеты. И не слепой случай — четкие математические законы физики диктуют, на каком расстоянии от Солнца будет устойчивой, жизнеспособной протопланета, а где ей не суждено сохраниться.

Посетим зародыш Земли. Как негостеприимны эти ноздреватые глыбы, не защищенные атмосферой, которой еще нет, подвергаемые непрерывной бомбардировке комками вещества! Здесь сейчас собираются все те атомы, которые составят ее кору, воду, атмосферу и в круговоротах

веществ войдут и в глянцевитые листья древовидных папоротников, и в скользкие тела ящеров и первоптиц. И ваше тело, и клетки вашего мозга тоже сложены из этих атомов, собираемых рождающимся гравитационным полем юной protoplanеты в незапамятные времена...

Ну, а дальше все пойдет именно так, как в нашем опыте. Вырастет объем планеты, вступят в действие собственные, главенствующие силы, начнут вершиться новые, свойственные только этому уровню организации материи процессы.

Включаем главный двигатель нашей машины. Снова летим сквозь время на максимальной скорости. Вперед — в XX век.

ПАСПОРТ ЗЕМЛИ

Когда-нибудь, когда составят подробные каталоги тысяч планет, не только открытых, но и заселенных землянами, у каждой будет свой паспорт. Будет он и у рядовой среди других — нашей планеты. Мы можем сегодня представить некоторые графы этого паспорта.

1. Название планеты?
— Земля.
2. К какой системе относится?
— К Солнечной.
3. В какой звездной системе находится?
— В Галактике.
4. Расстояние от центрального светила в перигелии?
— 177 000 000 километров.
5. То же в афелии?
— 152 000 000 километров.
6. Период обращения вокруг центрального светила?
— 365 суток 6 часов 9 минут 14 секунд.
7. Средняя скорость движения по орбите?
— 29,76 километра в секунду.
- • • • •
14. Экваториальный радиус планеты?
— 6 378 245 метров.
15. Половина полярной оси?
— 6 356 863 метра.
16. Объем?
— 1 083 000 000 000 кубических километров.
17. Масса?
— 5 980 000 000 000 000 000 тонн.
18. Плотность?
— 5,52 грамма на кубический сантиметр.
19. Период вращения вокруг оси?
— 23 часа 56 минут 4 секунды.
20. Наклон оси вращения к плоскости орбиты?
 $66^{\circ}33'20''$.
- • •

58. Состав атмосферы?
— Азот — 78 процентов, кислород — 21 процент, аргон, углекислый газ...
59. Общая масса атмосферы?
— 5 270 000 000 000 000 тонн.
96. Состав гидросфера?
— Вода с растворенными в ней газами и солями. Кислород — 85,82 процента, водород — 10,72, хлор — 1,90, натрий — 1,05, магний — 0,14 процента и т. д.
128. Максимальная толщина ледяного покрова материка?
— Более 4 километров.
129. Общий объем криосферы?
— 30 000 000 кубических километров.
130. Площадь, постоянно покрытая льдом?
— 50 000 000 квадратных километров.
164. Наличие твердой поверхности?
— Занимает 29 процентов планеты. 149 000 000 квадратных километров.
165. Максимальная температура на твердой поверхности?
— До плюс 55—60 градусов.
166. Минимальные температуры на твердой поверхности?
— Минус 88,3 градуса.
204. Химический состав твердой коры планеты?
— Кислород. Кремний. Алюминий.
205. Внутреннее строение земного шара?
— Слоистое.
206. Давление в центре Земли?
— 3 510 000 атмосфер.
418. Пригодность планеты для жизни?
— Великолепная!
419. Наличие жизни?
— Растительная и животная.
420. Наличие разумных существ?
— Колыбель человечества!

Оборвем анкету этим многоточием. И заметим, что, как вы убедились сами, далеко не на все вопросы ее мы смогли ответить. Ведь здесь специально выбраны те, в которых современная наука уже разобравлась.

Вот несколько пунктов из этой же анкеты, пока не заполненных:

434. Верхняя граница распространения жизни в атмосфере?
— ?

207. Температура в центре Земли?

— ?

98. Почему воды Мирового океана соленые?

— ?

63. Чем объясняется, что облака имеют резкие границы?

— ?

Бесспорно, наука найдет ответ на все эти вопросы. Но тогда перед ней встанут другие, еще более сложные.

Процесс познания нашей планеты вечен, как вечен процесс познания Вселенной.

МАГНИТНЫЙ ЩИТ

Разберемся в механизме магнитосферы.

Некоторые считают, что открытие ее, осуществленное с помощью первых искусственных спутников Земли,— крайняя неожиданность. Что даже и не предполагались области повышенной радиации вблизи нашей планеты.

Это не совсем так. Идея существования мощного магнитного поля, окутывающего Землю, издавна высказывалась учеными. С помощью этого поля еще в начале нашего века пытались объяснить северное сияние.

Более 50 лет назад норвежец Биркеленд, соорудив модель нашей планеты — большой сферический электромагнит, облучал его потоками электронов и убедился, что возникающее вокруг него поле отбрасывает их к полюсам. На заре нашего столетия Биркеленд уже предсказал пояса радиации. Расчеты опытов провел друг Биркеленда математик К. Штермер. И было бы несправедливо сейчас, когда столь блистательно подтвердились их предположения, забыть об этом научном подвиге.

Ну, а чем порождается это довольно могучее электромагнитное поле, способное не только повернуть стрелку компаса на поверхности Земли, но и на расстоянии десятков тысяч километров от нее управлять потоками заряженных частиц?

Увы! На этот счет у науки нет окончательных выводов. Есть только целый ряд догадок.

Первая и самая примитивная — что Земля сама является постоянным магнитом, ну, таким же, как кусок магнитного железняка.

Расчеты опровергли ее.

Так, может быть, расплавленная магма подземных недр порождает это поле?

Расчеты отмели и эту идею. Слишком уж мощными должны быть лавовые потоки, чтобы смогли они вызвать такой эффект. Слишком «жидкой» получалась планета.

В 1910 году знаменитый русский физик П. Н. Лебедев пытался доказать: во вращающемся теле несимметричные атомы под действием цен-

тробежных сил устанавливаются таким образом, что на поверхности тела появляется заряд. Движение этого заряда и вызывает появление электромагнитного поля.

Лебедев был прославленным мастером тончайшего эксперимента, сумевшим «взвесить луч света». И в решение новой задачи он вложил все свое умение. Он заставил кольцо прибора делать до 35 тысяч оборотов в минуту. Но не шелохнулись стрелки тончайших магнитометров. Магнитного поля вокруг вращающегося кольца не возникло. К сожалению, смерть ученого прервала опыты в этом направлении.

Но мысль не пропала. В 1947 году английский ученый П. Блекет снова возводил ее.

«У всех вращающихся тел должно быть магнитное поле, и тем большее, чем быстрее вращается тело и чем оно массивнее», — заявил он.

Магнитное поле характеризуется его магнитным моментом. Вращение тела — угловым моментом (в нем учитывается и размер и масса тела). Отношение этих двух характеристик должно быть постоянной величиной, если справедливо утверждение Блекета.

Блекет начал проверку гипотезы с изучения небесных тел — гигантских вращающихся масс, словно самой природой подготовленных для изучения.

Ожидаемое соотношение оказалось справедливым для Земли и для Солнца — уже довольно давно были определены их и магнитные, и угловые моменты.

Но проверенная всего на двух примерах закономерность может и не подтвердиться в других случаях. Может быть и случайным совпадением.

Однако к 1947 году были уже известны скорость вращения и магнитный момент одной из звезд нашего неба — «белого карлика» E78 созвездия Девы. И это еще раз указало на связь между вращением и магнитным полем небесного тела.

В последние годы удалось установить величину магнитного момента Юпитера. Еще одно подтверждение!

Советские лунники выяснили, что у Луны магнитного поля нет. Но ведь Луна почти неподвижна относительно своей оси. Один оборот она делает лишь за 28 дней... Это тоже в пользу уже не молодой теории...

И все-таки примеров еще недостаточно, чтобы сказать: да, именно вращение тела создает вокруг него электромагнитное поле! Тем более что опытное подтверждение гипотезы никак не дается ученым.

Тот же Блекет уже на основе новой экспериментальной техники второй половины XX века, конечно, значительно превосходящей возможности, которыми располагал П. Н. Лебедев, пытался повторить его опыт. Для этих целей он заставил бешено вращаться 20-килограммовый золотой цилиндр. Но у немагнитного драгоценного в прямом смысле слова цилиндра не было и намека на электромагнитное поле...

Поиски причин, вызывающих магнитное поле Земли, продолжаются... А оно между тем безраздельно властвует в приземной области космоса. Схватывает и «накручивает» на свои силовые линии заряженные частицы и бомбардирует ими пролетающие космические корабли. И вместе с тем защищает атмосферу, поверхность нашей планеты, кроме приле-

жащих к полюсам участков, от большинства этих частиц. Конечно, только не от тех, энергия которых столь велика, что пробивает магнитную сеть, как пуля — сетку детского сачка для ловли бабочек. Но и их оно отклоняет к полюсам. И только частицы с энергией более 15 миллиардов электрон-вольт и выше могут достичь Земли в районе экватора. Вспомните, что максимальная энергия частиц, разогнанных в камере дубненского синхрофазотрона, равна всего 10 миллиардам электрон-вольт. Даже выстрел в упор из этого орудия современной физики был бы рассеян, разбросан магнитным полем Земли.



Два источника постоянно пополняют запас частиц в радиационных поясах нашей планеты.

Первый источник — верхние слои атмосферы. Там удары космических лучей и яростные потоки гамма-лучей, льющиеся от Солнца, нередко разбивают атомные ядра газов. Обычный спутник таких микрокатастроф — нейтрон. И в целом ряде случаев, мирно летя в пространство, может он оказаться в поясе радиации.

Но ведь нейтрон электрически нейтрален. Электромагнитное поле не властно над ним.

Это верно, однако нейтрон не относится к числу «вечных частиц». Средняя продолжительность его жизни — около 12 минут. А затем он распадается на протон, электрон и антинейтрин. Две первые частицы электрически заряжены, и, если распад нейтрона произошел в зоне магнитного поля, оно мгновенно проявляет над ними свою власть. Частицы начинают двигаться вдоль силовых линий, непрерывно как бы накручиваясь на них. Эта спираль при приближении к полюсам, где магнитные силовые линии круто заворачивают к Земле, становятся все более частой, и, наконец, частица уже движется вдоль этой же силовой линии в обратную сторону. И так довольно долго — часами, сутками — может она «болтаться» над планетой от полюса к полюсу...

Но вот в какой-то очередной рейс к границе атмосферы частица сталкивается с атомом воздуха... Да, это снова микрокатастрофа, в хаосе которой рождается фотон света и сразу же улетает с присущей ему скоростью от места своего рождения.

Когда таких столкновений много, когда целые потоки частиц обрушиваются на приполярные слои ионосферы магнитное поле, тогда и вспыхивает в черноте неба трепетное полярное сияние.

Второй источник заряженных частиц — Солнце. В его короне — чрезвычайно разреженных, но раскаленных газах — протекают мощные процессы, при которых целые потоки заряженных частиц выбрасываются в космическое пространство. Эти потоки, достигая магнитных поясов Земли, также могут пополнять запас в них заряженных частиц.

Именно этим объясняется полыхание полярных сияний после особенно активных вспышек на Солнце.

...1 августа 1958 года на высоте в 100 километров над коралловым атоллом Джонстон американские военные взорвали водородную бомбу. В этот же день над одним из островов архипелага Самоа, в 3700 километрах от атолла Джонстон, заполнило небо никогда не виданное здесь в тропиках сияние.

Оказалось, что оба острова лежат на окончаниях одной силовой линии магнитного поля Земли. Потоки заряженных частиц, двигавшиеся вдоль этой линии, и зажгли безмолвное пламя над Самоа. И хотя это было первое в мире искусственно вызванное человеком сияние, мало кто радовался, глядя на него. Ибо его породил военный атом.

Еще более опасные опыты — они были зашифрованы под зловещим названием «план Аргус» — провели американцы в том же 1958 году непосредственно в зоне радиационных поясов. Трижды взлетали, отгрохотав пламенем, боевые ракеты и трижды вспыхивало между дружелюбными привычными звездами злобное пламя ядерного взрыва. Бомбы срабатывали на высоте в несколько сотен километров. Продукты взрыва — бесчисленные заряженные частицы — резко подняли интенсивность всего радиационного пояса Земли.

Как хорошо, что это уже в прошлом! Что заключено и действует международное соглашение, запрещающее производить испытания атомного оружия и на земле, и в атмосфере, и под водой, и в космосе!

Космос над нашей планетой должен быть ареной мирного соревнования ученых разных стран, а не полигоном, где дорабатывается и испытывается смертоносное оружие войны.

Пусть будет чистым прекрасное небо Земли!

ЛУЧ ПРОНЗАЕТ АТМОСФЕРУ

Мы живем на дне воздушного океана...

Эта стандартная фраза, без которой не обошлось, пожалуй, ни одного учебника физики за последние сто лет, свидетельствует не только о стремлении авторов этих учебников говорить образно и красиво. Человечество действительно живет на дне воздушного океана, и ни плавания подводных лодок, ни полеты самолетов, ни рекорды космических кораблей пока что не изменили этой истины. Вопрос только в том, что называть воздушным океаном.

Раньше полагали, что это слой газов толщиной километров в 100. Верхние его слои разрежены, но имеют довольно резкую границу с межпланетным пространством. Бури, штормы, ветры — привилегия только нижнего слоя, в котором плавают облака и вершится погода...

Однако внимательное наблюдение за явлениями природы непрерывно меняло это представление. На высоте и в 200 и в 300 километров чертили свои огненные подписи метеориты... Пришло «поднять» границу атмосферы до 500 километров.

Всполохи полярного сияния почему-то предпочитали еще большую

высоту. Иногда на уровне и в 1000 и в 1100 километров. А ведь это явление явно атмосферного происхождения. Не может же переливать всеми цветами радуги пустота?! И снова пришлось «поднять» верхнюю границу атмосферы. Ну, хотя бы до этой «роковой» черты — 1100 километров.

Новые неприятности в идиллически безмятежную картину строения атмосферы внесли коротковолновики. Это было как раз в то время, когда международное соглашение поделило между странами и назначениями весь радиодиапазон электромагнитного поля и выделило в пользование радиолюбителей самый, по господствовавшим представлениям, бесполезный участок, на котором просто не считалось возможным осуществлять связь на сколько-нибудь приличные расстояния... Вот с этим-то и не согласились упрямые коротковолновики. Они ухитрялись на крохотных передатчиках связывать радиоразговором Южную Америку с Европой, Италию с Бразилией, Вятку с Филадельфией.

Для объяснения своих достижений они потребовали признать слоистое строение атмосферы. Во всяком случае существование слоя, который отражает короткие радиоволны и обеспечивает сверх дальние связи.

Так в атмосфере был узаконен слой Хависаида, названный по имени английского ученого, еще в 1902 году предсказавшего его существование.

Наблюдения за серебристыми облаками — а они существуют только на строго определенной высоте, около 82 километров, — еще лишний раз намекнули на слоистость атмосферы, а заодно и развеяли миф о вечной неподвижности ее верхних, разреженных слоев. Ведь серебристые облака перемещались со скоростью и в 100 и в 200 километров в час. Это куда больше скорости самого что ни на есть ураганного ветра.

И верхние слои атмосферы объявили царством вечных бурь.

В действительном строении атмосферы, чрезвычайно сложном, многообразном, изменяющемся в зависимости от географической широты, времени суток, интенсивности солнечной деятельности и многих других факторов, начали разбираться только после того, как геофизические ракеты и спутники пронесли сквозь всю ее толщу точные приборы ученых.



Вот какой в общих чертах представляется сегодня атмосфера.

Только не говорите о ее прозрачности! Лишь для узкого участка видимых лучей она более или менее прозрачна, да еще некоторые радиоволны могут пробиваться сквозь ее броню... Впрочем, о прозрачности земной атмосферы лучше спросить у космонавтов. Легко ли было им рассмотреть контуры материков сквозь серые пятна облаков и туч, непрерывно «ползающих» над лицом планеты? А разве облака — не составная часть атмосферы, разве это не атмосферное явление?

Ну, а от остальных участков электромагнитного спектра к поверхности Земли почти ничего не доходит... Но лучше пройдем по всем ступеням атмосферы вместе с пучком волн — представителями всех участков спектра.

Итак — луч вонзается в атмосферу.

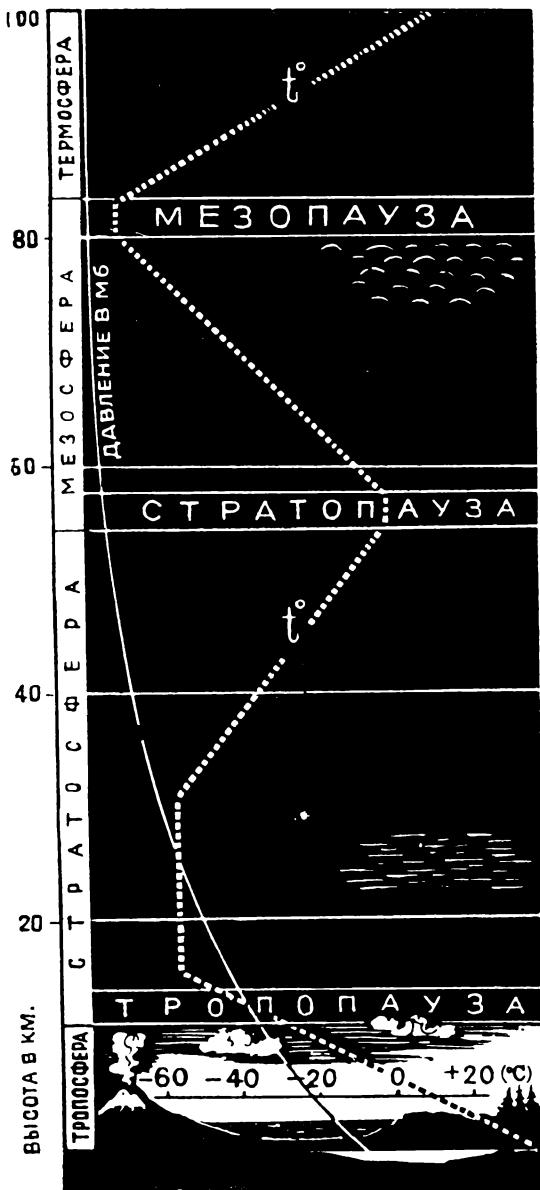
О, как еще далеко до Земли! Целых 20 000 километров! А уже чувствуется повышение количества атомов в каждом кубическом сантиметре объема по сравнению с межпланетной средой. Уже сотни частиц содержит каждый «кубик» пространства!

Эту область называют экзосферой, короной Земли. Концентрация газовых частиц, которые движутся, почти не сталкиваясь друг с другом, здесь обычно постоянна.

Проходим экзосферу. Газ приобретает упругость. Стоп! До поверхности Земли около 1000 километров. Отсюда до высоты в несколько десятков километров простирается ионосфера, в свою очередь распадающаяся на целый ряд слоев.

Теперь каждый кубический сантиметр пространства содержит более миллиона частиц. Подавляющее большинство из них — атомы гелия. А ведь в экзосфере преобладали атомы водорода... Эту гелиевую пролайку обнаружили сравнительно недавно советские учёные В. Прокудина, Н. Шеферов и А. Миронов под руководством профессора В. И. Красовского. Она как бы отделяет водородную экзосферу от кислородной нижележащей ионосфера.

Температура здесь покрепче, чем в марленовской



Разрез атмосферы Земли

печи,— 2300—2400 градусов. Да, конечно, это — плазма. Но слишком редки ее частицы, чтобы их удары могли нагреть холодные металлические стенки пролетающей ракеты.

Ионосфера... Ее прозрачность крайне переменна. Иногда она как стекло для видимых лучей. Но только стекло волнистое, с пузырями, с неоднородностями, ибо, пропуская радиоволны, она искажает их. Искажает даже метровые радиоволны, для которых она якобы прозрачна. Ну, а волны за 30 метров через нее почти не проникают. Лишь более длинным (длиннее 300 метров) иногда удается проскользнуть в ночной темноте.

Ионосфера не пропускает большей части и рентгеновых, и ультрафиолетовых лучей. Самые отчаянные кванты всепроникающего рентгеновского излучения смогут пробиться на расстояние в 100, в 60 километров от поверхности земного шара. До земли они почти не долетают.

Спускаемся, пронзая слои ионосферы — термосферу (она кончается на высоте около 85 километров), мезосферу (ее нижняя граница лежит на высоте 50—60 километров). И тают, на глазах исчезают летящие из пространства потоки лучей.

На высоте 50—60 километров начинают встречаться молекулы озона. Это им в значительной мере обязано земное небо своей чистой голубизной. Вместе с тем озон — непробиваемый щит для ультрафиолетовых лучей. В этом слое озона, простирающемся до 20—25 километров над землей, задерживаются почти все ультрафиолетовые лучи. Только жалкие их остатки золотят загаром наши тела на солнечных пляжах.

Нижние слои атмосферы — стратосфера (она кончается на высоте 10—18 километров) и, наконец, тропосфера. Это тот придонный слой, в котором и обитает человек. В котором пролегают и трассы его воздушных кораблей, и начальные участки полета его ракет.

Надо ли говорить, что это разделение на слои — не произвольное, оно определяется свойствами атмосферы?

В плотных слоях воздуха гибнут инфракрасные лучи, остатки гамма-лучей, рентгеновы и даже сверхмощные космические лучи. И им предстоит столкнуться с ядрами атомов газов, и только осколки от осколков этих лучей попадут на поверхность планеты.

Такова «прозрачность» нашей атмосферы!

Впрочем, надо радоваться ее непрозрачности. Она бережет, защищает, спасает нас от неистовства бушующих в космосе лучей. Не будь ее — одно ультрафиолетовое излучение Солнца сожгло бы все живое на Земле.

ВЕЛИКИЙ ОКЕАН

Поэты нередко называют атмосферу пятым океаном. Вспомните хотя бы:

...Четыре океана в мире.
Их волны бьют о берега различных стран.
Но всех бескрайней, бесконечней, шире
Над круглым миром — пятый океан...

Нет сомнения, что в стихах будет фигурировать еще более «бескрайний, бесконечный и широкий» шестой — космический! — океан. Но наш разговор пойдет о вполне «земных» делах...

Четыре океана: Тихий, Атлантический, Индийский, Северный Ледовитый... Они слиты в единый Мировой, из которого «высовываются» гигантские глыбы материков, пестрые ожерелья островов. Нет широты, которая проходила бы только по суше. Нет долготы, которая не захватывала бы водяной поверхности. И конечно, было бы справедливей назвать нашу планету «вода» или «оcean», чем ее сегодняшним сухопутным именем.

Планета Вода... Планета Океан... Право же, это звучит ничем не хуже, чем планета Земля...

Всего лишь около 500 лет назад человек рискнул вступить в единоборство с океаном. До этого он старался не выходить в его открытый простор, держаться поближе к берегу. А если и забрасывали штормы и течения ладьи викингов и джонки японских рыбаков в неведомые страны, так это были не достижения человеческого знания, умения, мужества, а капризы всемогущей природы...

Много тайн поведал с тех пор Мировой океан. Но немало их осталось и для нашего времени, и для будущих столетий. Ибо все-таки необозримо огромна жидкая оболочка нашей планеты — гидросфера.

Как и пояса космической радиации, гидросфера не охватывает сплошь весь земной шар. Разрывы в водяном покрове — это и есть те участки суши, которым мы обязаны нашим земным существованием.

Как и пояса космической радиации, гидросфера находится в постоянном движении.

Если вам приходилось подолгу жить на берегу моря, вы знаете, как редки дни «мертвого штиля», когда гладь воды неподвижна, когда она сверкает под солнцем как зеркало. Чуть подует ветер — и побежит мелкая зыбь. Увеличится ветер — и закипит морская стихия. Поднимутся зеленые холмы волн — иной раз и в 10, и в 15 метров высотой. Есть места — например, так называемые «ревущие сороковые широты» в Южном полушарии, — где волны бушуют 365 дней в году. Но не всегда они сопровождаются ветром. Бывает, и нередко, бегут по равнине моря могучие валы, качают пароходы, рвут рыболовные сети, с грохотом бьются в гранитные скалы прибрежий. А небо чисто, и дым из труб домиков рыбаков поднимается вертикальными столбами. Нет, это не чудо. Это — отзвуки разгулявшегося где-то, иногда очень далеко — и за сотни, и за тысячи километров — штурма...

Волны — гигантская сила! И человек поставил их себе на службу в первых специальных электростанциях.

Но не только поверхность океана находится в движении. И в толще его непрерывно меняются местами огромные массы воды — морские течения.

Они опоясывают земной шар со всех сторон. Нет, пожалуй, такого моря, в котором не было бы своих течений. Наиболее известны, конечно, Гольфстрим в Атлантическом океане и Куру-Сиво — в Тихом. Впрочем, наверное, их было бы правильнее называть океанскими течениями.

Морские течения — самое грандиозное из перемещений вещества на нашей планете. Достаточно сказать, что один Гольфстрим переносит за сутки более 2000 кубических километров воды, в 25 раз больше, чем все реки, вместе взятые.

Колоссальна роль морских течений. Известный русский ученый А. И. Войков назвал их «трубами водяного отопления земного шара». Это так и есть на самом деле. Не будь Гольфстрима — осталась бы суровой и холодной природа чуть ли не всей Европы. Благодатному влиянию Куро-Сиво в значительной мере обязаны своим теплым климатом и Японские острова, и наш Приморский край.

Толщина Гольфстрима — 500—800 метров. Примерно такова же толщина и других поверхностных течений. Но они отнюдь не монополисты в движении океанских вод. В последние годы были открыты течения нового класса — глубинные, идущие под километровыми слоями воды. Их направление может быть противоположно поверхностным течениям. Так, под струей Гольфстрима из Северного Ледовитого океана направляется к экватору мощное глубинное холодное течение. Нелегко проследить его на такой глубине, но это удалось сделать.

Течения не однородны, не постоянны, не неизменны. Ветви Гольфстрима сдвигаются на сотни километров в сторону. На его периферии, там, где соприкасаются с водами океана теплые струи, часто возникают завихрения и водовороты диаметром в десятки километров, противотечения, достигающие сотен километров в длину.

Да, мы еще не говорили о течениях вертикальных. А есть и они — медленные, но неотвратимые процессы подъема природных вод, богатых питательными веществами, и опускания насыщенных кислородом верхних слоев.

Есть и приливы — могучее дыхание океана, дважды в сутки с равномерностью и постоянством часового механизма вздымающие его широкую грудь.

Есть и неистовые цунами — негаданно и нежданно рождающиеся в результате подводных вулканических катаклизмов чудовищные волны, смывающие острова, способные, не теряя силы, обежать половину земного шара...

Да, неспокойен таинственный исполин — океан нашей планеты.

ПОБЕДЫ НАД ОКЕАНОМ

И все же человек его побеждает. Побеждает и заставляет служить себе.

Когда-то океан разделял материки. Действительно, бальзовый плот — великолепный «экипаж» для экзотического путешествия, но, согласитесь, его отнюдь нельзя зачислить в разряд современных средств передвижения! И римским триремам, и испанским каравеллам не под силу было спорить с океаном. И лежали гигантские глыбы материков, разделенные им такочно, что жители на противоположных берегах даже не подозревали о существовании друг друга.

А сегодня океаны не разделяют, а соединяют материки!

Представьте, что вместо голубой краски — водных просторов на карты полуширий пролилась бы коричневая — горных хребтов или желтая — пустыни. Какие скалолазы-альпинисты взялись бы форсировать хребты, ущелья, ледники горной страны шириной в пять тысяч километров — именно такова средняя ширина Атлантического океана! Какие караваны верблюдов смогли бы преодолеть десять тысяч километров безводной пустыни — именно такова протяженность пароходных путей, пересекающих Тихий океан!

Нет, наверное, до самого торжества авиации остались бы неоткрытыми для европейцев и Америка, и Австралия, и Антарктида, если бы на месте океанов были пустыни и горы. И лишь самолеты проложили бы — уже во второй половине нашего века — звонкие трассы над этими нежилыми краями, как сравнительно недавно протянули они их через Северный полюс над Ледовитым океаном.

А океан — прямая столбовая дорога между материками. Трудно переоценить значение дешевого морского транспорта!



Ну, а глубины океана?

Человек всегда стремился проникнуть в них. Фантазия населяла подводный мир невиданными чудовищами. И в целом ряде случаев, как оказывалось впоследствии, она уступала действительности.

Рассказывают, что Александр Македонский в специальном снаряжении спускался на морское дно. Но ведь в легендах он летал и на небеса. И даже, если был в те времена изготовлен для царя царей водолазный снаряд типа подводного колокола, вряд ли глубина его погружения пре- восходила два-три десятка метров.

На такую глубину удается нырнуть и умелому ловцу жемчуга. Но, конечно, пробыть он там может всего несколько десятков секунд.

И все это — еще не настоящее завоевание морского дна. Тем более, не достижение его предела. Об этом, кажется, и народная фантазия мечтать не смела.

Первым дерзнул смельчак Жюль Верн. Помните, капитан Немо заставил свой «Наутилус», который «мог сопротивляться давлению воды, как сплошной кусок металла», падать в бездну одной из глубочайших впадин океана?

А ведь на первый взгляд ничего сложного нет в том, чтобы спуститься на дно океана. Надо сделать герметичную прочную кабину на стальном канате.

Однако это просто только на первый взгляд. Для любого каната, любой нити есть свой предел прочности. И любой канат, любая нить в конце концов лопаются под влиянием собственной тяжести.

Осуществив спуск в кабине-батисфере, американские ученые В. Биб и О. Бартон смогли одолеть всего 923 метра. Это не так уж много.

Правда, можно сделать нить в воде невесомой, вернее, весящей столько же, сколько вытесненная ею вода. Правда, можно через определен-

ные промежутки привязывать к канату поддерживающие поплавки. Но все это половинчатое решение вопроса. Не могла удовлетворить подвешенная к кораблю стальная авоська с исследователями. Надо было найти что-то новое. И его нашел француз Огюст Пикар.

Много лет не давали ему покоя тайны верхних слоев атмосферы. Это он изобрел и построил первый стратостат с закрывающейся шарообразной металлической гондолой для пассажиров. В 1931 году он поднялся на своем стратостате на высоту в 15 790 метров, в 1932 достиг 16 370 метров. До полетов советских стратостатов это был мировой рекорд высоты.

Нет, Пикар не имел цели ставить рекорды. Кабина стратостата была до предела набита приборами. Особенно интересовало его исследование космических лучей.

В послевоенные годы, когда штурм верхних слоев атмосферы перешел в руки ракетчиков, он решил применить проверенный принцип к исследованию другой стихии — глубин океана. Наверное, не было на свете большего специалиста по стратоплаванию, чем Огюст Пикар. И свое знание он приложил к конструированию стратостата.

Конечно, попав в новую стихию, стратостат переменил имя. Он стал называться батискафом. Да и мало что, кроме общего принципа действия, оставалось у него, подводного, от периода атмосферной жизни.

«Летать» в воде батискафу позволяет большой металлический сигарообразный корпус, наполненный бензином. Ведь бензин легче воды, как водород или гелий, наполняющий стратостаты, легче воздуха.

Батискаф так же берет с собой и сбрасывает по мере надобности балласт.

На этом сходства кончаются. Начинаются различия.

Сферическая кабина батискафа делается несравненно более прочной, ведь она должна выдерживать давление выше тысячи атмосфер, более тонны на каждый квадратный сантиметр!

Батискаф снабжен винтом. Он может плавать над дном океана. Этим он похож на подводную лодку.

В таком батискафе можно не только опуститься на дно океана в самых глубоких его местах, но и производить наблюдения через иллюминаторы, закрытые кварцевыми стеклами, передвигаться, ставить опыты.

После ряда пробных погружений в Средиземном море и Атлантическом океане (в них, несмотря на свои преклонные годы, принимал участие и Огюст Пикар) в 1960 году сын знаменитого ученого Жак Пикар и Д. Уолш достигли дна одной из глубочайших впадин Тихого океана. 10 919 метров — почти 11 километров!

Люди впервые продвинулись так близко к центру своей планеты...



Одновременно шло наступление и на прибрежные области океана. На те самые, которые якобы посетил первым Александр Македонский.

Глубина — до нескольких сотен метров. Немного, кажется. Но здесь сосредоточена вся растительная жизнь водяной стихии.

Еще до второй мировой войны спуски на несколько десятков метров

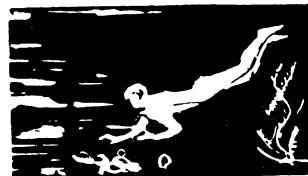
были доступны только водолазам. Профессия их считалась опасной, романтической и редкой. На подводных деятелей в их неуклюзиях тяжелых доспехах смотрели чуть ли не с суеверным восхищением.

«Упростило» подводные экскурсии замечательное изобретение французского исследователя капитана Жака-Ива Кусто. Оно было элементарно просто. Кусто сконструировал устройство, которое подает в легкие человека сжатый в баллоне воздух под тем же давлением, какое оказывает на него вода. Больше давление воды — больше и давление воздуха. Убавилась глубина погружения — убавилось и давление.

Акваланг освободил водолаза от досадной связи с судном, снял зависимость от компрессоров и насосов. Подводник сразу же стал смелее в своих перемещениях, и даже для исконных обитателей морских глубин, рыб, превратился в какого-то близкого родственника. Все без исключения аквалангисты подчеркивают, что рыбы, как правило, не боятся их. Во всяком случае, самый верхний слой Мирового океана — в несколько десятков метров толщиной — акваланг сделал легко доступным.

Впрочем, это не совсем точно. Несколько десятков метров — пространство, обживаемое любителями. Специалисты-профессионалы сегодня освоили почти полукилометровую глубину. Вот ряд цифр. Эти цифры — рекорды. Но в наше время рекорды быстро покоряются всем, кто твердо ставит задачу овладеть ими.

Первым «естественным» порогом, который перешагнул человек с аквалангом, было дыхание сильно сжатым воздухом. Перенасыщение кислородом вызывает судороги, перенасыщение азотом приводит к кессонной болезни, а она — к опьянению. Основное препятствие — кессонная болезнь, в том смысле, что она устанавливает отметку, ограничивающую глубину безопасного погружения. Под большим



30

← ЛОВЕЦ ЖЕМЧУГА



100

← АКВАЛАНГИСТ



11000

← БАТИСНАФ



Освоение человеком морских глубин

давлением вдыхаемого воздуха в крови растворяется слишком много азота, а при быстром падении этого давления кровь «вспыхивает». Это часто заканчивается смертью.

Дабы избежать кессонной болезни, водолазы «выходят» из моря медленно, чтобы кровь смогла заблаговременно освободиться от избытков азота. Подъем с глубины в сотню метров затягивается на пять-шесть часов!

Победа над физиологическим барьером была подготовлена молодым швейцарским ученым Гансом Келлером, который высказал плодотворную идею, провел немыслимое количество расчетов (правда, с помощью электронно-счетных машин) и первым испытал сверхглубокие погружения. Ему не удалось однако дожить до триумфа: на одном из сверхглубоких погружений он погиб, став жертвой случайности.

Суть идеи Келлера — в замене разных газовых смесей при подъеме. Во время испытаний он однажды опустился на 222 метра и затратил на подъем всего 53 минуты. За несколько лет до этого англичанин Джордж Вуки на подъем с глубины 180 метров затратил 12 часов!

Вот один из газовых «коктейлей» Келлера: на глубине от 300 до 90 метров аквалангист дышит смесью гелия и кислорода, от 90 до 60 — азотно-кислородной, от 60 до 15 — аргоно-кислородной, а с 15 до поверхности воды — чистым кислородом. Всего подъем занимает около 50 минут.

В 1960—1962 годах Келлер погружался на глубину до 400 метров. Правда, часть этих спусков он осуществлял в специальной барокамере. Уже в 1970 году англичане подняли рекорд — а, может быть, лучше сказать: опустили? — до 457 метров. В конце того же года двое французов сдвинули его уже за полукилометровую отметку — до 520 метров. В 1972 году был взят еще один рубеж — 565 метров.

Следующий шаг был грандиозен. Четверо американских добровольцев опустились на глубину в 1520 метров! И хотя последний рекорд был сделан в барокамере, суть дела не меняется. Они провели на указанной глубине четыре часа без всякого вреда для себя.

Можно считать, что во власть человека перешло все плодородное побережье океана! Оно стало почти обитаемым!

Да, это не оговорка — почти обитаемым. Первые дома под водой уже испытаны.

Еще в 1962 году Кусто построил невдалеке от Марселя первый подводный дом. Это был стальной цилиндр длиной в пять и диаметром в 2,5 метра. На глубине 10 метров под поверхностью Средиземного моря два человека жили целую неделю. Единственный выход для них — люк в полу — вел в океан. И они пользовались этим выходом для прогулок, охоты, научных наблюдений. В течение этой недели ни один из них ни разу не всплывал на поверхность.

За первым подводным домом Кусто последовал второй — рассчитанный на пять человек. Он был опущен на дно Красного моря примерно на такую же глубину и был обитаем в течение целого месяца. Почти одновременно два человека прожили неделю в третьем «доме», расположенным на глубине 27 метров.

Подводные дома начинают появляться во многих странах мира. В 1964 году американцы ставят своего первенца сразу «под» 60 метров. Вслед за этим два человека проводят двое суток на глубине в 130 метров.

Узнав об этом, Кусто в 1965 году опустил свой очередной подводный дом на 110 метров. Люди пробыли в нем три недели, вели ремонтные работы. На сегодня подводные дома испытывались уже в Голландии, Италии, Японии, на Кубе. Включился в исследования и Советский Союз. Большинство ученых мира склоняются к убеждению, что освоение прибрежного шельфа океанов займет всего десять-пятнадцать лет.

А неугомонный Кусто строит дальнейшие планы. Подводные дома предполагается опускать на 200, затем 300, а потом и на 425 метров. Уже создана аппаратура для тренировки жизни под водой на глубине 350 метров. Это уже царство вечного мрака, сюда почти не проникают лучи солнца.

Аквалангисты, вооруженные прожекторными лампами, похожими на те, что горят на касках шахтеров, будут — по мысли Кусто — опускаться и еще глубже...



Немногим более 30 лет прошло со дня изобретения акваланга. Но невозможно уже перечислить все открытия, которые сделали аквалангисты в верхнем слое океана. Ихтиологи наблюдают морских обитателей в естественной обстановке. Океанографы своими глазами увидели причудливый рельеф дна. Океанологи буквально почувствовали направления подводных потоков. Именно акваланг открыл археологам устройство древнеримских кораблей, позволил уточнить место на Чудском озере, где Александр Невский отстоял русскую землю. В Черном море они нашли остатки древнегреческих городов, близ города Сухуми подняли со дна великолепную античную статую...

Ну, а дальше? По мнению Кусто, акваланг позволит завоевать для человека огромную область континентальных прибрежий, ну, скажем, до 400—500 метров глубиной. Кусто полагает, что очень скоро появятся не отдельные подводные дома, а целые города. Не позже 2000 года, считает он, под водой родится первый человек. Подводные жители будут лишь изредка выходить на сушу, и, может быть, даже возникнет новая раса людей — «гомо акватикус»...

Восхищаясь неистощимой изобретательностью, целеустремленностью, энергией Жака-Ива Кусто, все же нельзя согласиться с ним, что части человечества суждено уйти в черные бездны океана, превратиться в неких водяных морлоков. Нет, будущее человечества — в гармоничном развитии каждой личности и в единстве его на всей планете, без разделения на «наземные» и «подводные» племена. Наука откроет человеку возможность и властвовать над водной стихией, и жить в воздушном океане под лучами благодатного солнца.

■

...С советских стапелей сошла первая в мире научно-исследовательская подводная лодка «Северянка». Какими-то своими чертами она была похожа на знаменитый «Наутилус» Жюля Верна. Она имела иллюминаторы, сквозь которые видно море, мощные прожекторы, способные рассеять мглу подводного царства, телевизионные камеры. С борта «Северянки», лежащей на дне, можно было наблюдать за жизнью морских звезд и крабов; с нее же, стремительно движущейся сквозь океан, следили за «поведением» рыболовного траула.

Правда, у «Северянки» очень скоро появились последователи. Канадские ученые приспособили подводную лодку для геологоразведочных поисков на дне примыкавших к американскому матерiku заливов и морей Ледовитого океана, покрытых вечными льдами. Там ожидают найти залежи нефти. А буровые предполагается устанавливать на специальнно укрепленных ледяных полях.

«Геологоразведочную» лодку назвали «Нарвалом». Она снабжена устройством, посылающим каждые 20 секунд в направлении дна низкочастотные сигналы. Отраженные сигналы принимает восьмисотметровая антenna-кабель, который лодка тянет за собой. Осенью 1974 года она прошла испытания на глубине 30—60 метров, под двухметровым слоем льда. Проводить такую разведку прямо со льда мешают помехи, именно льдом и создаваемые.

Но есть целый ряд исследований, которые необходимо вести день за днем в одной и той же точке океана.

И такие исследования тоже ведутся. В сотне километров от Ниццы над водами Средиземного моря долгое время возвышалась непонятная на первый взгляд конструкция, похожая на водонапорную башню: на цилиндрической трубе держалась застекленная площадка. Это был плавающий остров того же капитана Кусто. Он неподвижно, лишь чуть покачиваясь, стоял на месте, прикрепленный ко дну якорем. Общая высота башни — 69 метров. На 17 метров поднималась над водой ее верхняя точка. А на глубине 35 метров в трубе были расположены иллюминаторы и приборы лабораторий. Жаркое солнце Средиземноморья озаряло остров. К сожалению, из-за случайной аварии исследования на нем были прерваны.

И совсем в другой точке океана, вблизи Северного полюса, на плавающих льдинах дрейфуют советские ученые. Они ведут комплексное изучение океана в течение уже многих лет. Это им принадлежит величайшее географическое открытие — открытие гигантского подводного хребта имени М. В. Ломоносова.

БОЛЬШОЙ МУЗЕЙ МАЛЕНЬКОЙ СТРАНЫ

Крохотное государство — княжество Монте-Карло — прославлено, во-первых, знаменитым игорным домом «Казино», где в пышных залах богатые бездельники дразнят пресыщенные, притупившиеся чувства свои

неверным счастьем рулетки, и, во-вторых, лучшим в мире Морским музеем.

Этот музей — гимн человеку, побеждающему океан.

Экспонаты музея ставят две задачи: показать, что научился брать у океана человек, и какие средства он применяет, трудом и волей своей забирая у океана его сокровища.

Не перечислить всего, что можно увидеть за стеклами в витринах этого музея. И драгоценный жемчуг, и не менее драгоценный китовый ус, и пух морских птиц, и консервы из экзотических моллюсков, и кость морского зверя, употребляемую для художественных изделий, и полулегендарную амбру, добываемую из кашалотов и ценимую на вес золота.

Здесь рассказывается о самом главном — рыба бесчисленных видов, различных наименований, разнообразнейших сортов. Стоят бочонки с сельдью и икрой, банки маринованных, соленых, тушеных, копченых блюд.

Да, океан — один из крупнейших продовольственных складов нашей планеты. Есть народы, для которых дары океана являются главной составной частью их пищевого рациона.

А водоросли... Иные из них есть в меню. На противоположном конце материка — во Владивостоке — в любой столовой угостят вас так называемым «приморским салатом». Его основа — мелко нарезанная морская капуста, вкусная и питательная.

Из других водорослей изготавливают имеющее большое значение в научных лабораториях вещество агар-агар... Из третьих добывают йод, четвертые идут как поделочный и войлочный материал. И так далее, и так далее.

Говоря о дарах океана, нельзя не упомянуть и об ископаемых сокровищах. Правда, сказать «ископаемых» будет не совсем верно. Они лежат сверху: кажется, протяни руку и возьми. Копать ничего не надо. Надо преодолеть несколько километров воды.

Сокровища эти — поистине неисчерпаемы. На фотографиях, сделанных специальными глубоководными фотоаппаратами, видны расположенные почти вплотную друг к другу так называемые железо-марганцевые конкреции, похожие на приплюснутые булыжники рудные лепешки. В иных из них содержание железа и марганца достигает 40—60 процентов, кобальта — 1, никеля — 1,5, меди — 2 процента. А ведь в настоящее время в некоторых странах считается рентабельным разрабатывать медные руды, содержащие всего 0,5 процента меди! Кроме того, в марганцевых конкрециях есть редкие и рассеянные элементы в очень соблазнительных концентрациях...

По самым осторожным подсчетам, общие запасы этих конкреций в Мировом океане превосходят 300 миллиардов тонн!

Можно упомянуть и о «морских» залежах нефти. Черную кровь земли выкачивают из-под морского дна на Каспийском море, в Персидском заливе и в некоторых других местах.

Можно вспомнить и о растворенных в океане чуть ли не всех элементах периодической системы. Из морской воды уже добывается ежегодно 300 тысяч тонн магния — крылатого металла, 100 тысяч тонн брома,

огромное количество поваренной соли и т. д. Возможно, океан станет главным источником полезных ископаемых.

...Если вам доведется посетить сказочно красивую средиземноморскую страну, всю уместившуюся на одной невысокой скале и клочке призывающего прибрежья, не ходите в знаменитое «Казино», где крутится белкой в колесе белый шарик рулетки. Но обязательно загляните в Морской музей. И в его уникальный аквариум, и в его просторные залы...

ЗЕМЛЯ РОДНАЯ

Мы видели нашу планету издали, познакомились с ее радиационными поясами, со строением атмосферы, с жизнью Мирового океана. Ступим же на ее сушу.

Невозможно в этой книге охватить все, что делает человек на поверхности Земли. Какому рассказу отдать здесь предпочтение? По важности — наверное, хлебопашеству. Ведь это именно они, сельские труженики, осуществляют процессы планетарного масштаба!

Но я решил остановиться на другом. На первой в нашей стране попытке покорить новую гигантскую силу Земли — тепло ее вулканов, гейзеров и термальных вод. Пусть мизерной, почти незаметной покажется деятельность небольшой группы людей, занятых сегодня покорением этой силы, но ведь это только начало! Человек еще заставит служить себе и огнедышащие горы, и жар, скрытый в черных глубинах Земли.

Встречи, о которых хочется рассказать, произошли на самом краю советской земли и всего Евроазиатского материка — на далекой Камчатке. Полуострове фантастических богатств, удивительной природы и — верится мне — завидного будущего.



...На Камчатке известно сегодня более 120 групп горячих, или, как говорят здесь, термальных, ключей. Все ли выходы горячих вод включает эта цифра? Вряд ли! В соответствующем томе Большой советской энциклопедии, вышедшем в 1953 году, приведена другая цифра — свыше 85 групп.

Разница — итоги исследований, проведенных в последние годы. Так почему же не считать, что не последует новых открытий?!

Далеко не все выходы термальных вод изучены достаточно хорошо. Разведочное бурение вообще проводилось всего в одном-двух местах. Даже природный дебет — количество воды, истонгаемой ключом в секунду, — и то измерен ориентировочно. Он оказался равен примерно 86 500 кубическим метрам в сутки.

Такое количество воды со средней температурой выше 70 градусов — это совсем не так уже мало! Дон в районе Воронежа проносит в иные летние месяцы немногим больше.

Ну, а во сколько раз вырастет дебет, если начать планомерное промышленное бурение? В пять? В десять? В сто? Целые горячие реки, сопоставимые с Волгой и Днепром, хлынут из земных недр. Струи «кипятка» пойдут по трубам отопления, неся тепло и уют в дома и квартиры, обогревая теплицы и скотные дворы. Ринутся в сопла турбин, чтобы породить электрическую энергию, приводящую в движение станки, сияющую в колбах электрических ламп.

...И вот мы едем к выходам термальных вод.

Крохотное озерцо — диаметром всего около двух метров — заполнено удивительно прозрачной водой, под мелкой рябью которой дрожат на дне маленькие камешки. А между ними — непрерывное кипение песчинок и изредка то там, то здесь бежит навстречу рой серебряных пузырьков. Не вздумайте опустить руку в это озерцо — оно «налито» кипятком! Это — один из горячих камчатских ключей.

Мы варили в этом ключе куриные яйца, завернув их в носовой платок и подвесив на палке. Разогревали мясные консервы. Купались в речном плесе, где смешиваются горячие струи источника и студеная вода стремительной, только что вырвавшейся из-под ледника горной реки.

В общем, мы делали все, что полагается делать дилетантам, впервые столкнувшимся со столъ занимателым чудом природы.

А в это время геологи и теплотехники разговаривали о том, как использовать это рвущееся из земных недр тепло для обогревания Петропавловска.

От города до термального поля Банных ключей — одного из крупнейших камчатских источников — по прямой километров 85. Но провести теплофикационную трубу через заболоченную дельту реки и скалистый горный хребет трудно. Линию трубопровода придется прокладывать в обход. Инженеры разворачивают перед нами карту. Острый грифель карандаша пробегает по извилистой линии намеченной трассы, держась долин рек, минуя коричневые пятна горных районов. Да, целых 140 километров должна будет пройти нагретая в подземной котельной вода, прежде чем попадет в батареи отопления Петропавловска. В мире нет теплопроводов такой длины. В течение длительного времени считали, что транспортировать горячую воду можно на 20, ну, от силы — на 25 километров. Камчатские инженеры задумали внести свои поправки и в теорию, и в практику теплоснабжения. Уже сейчас расчеты инженера Д. И. Авербуха подтверждают техническую и экономическую целесообразность проекта. Горячая вода Банных ключей придет в Петропавловск.

А у инженеров новые заботы. Они спорят, хватит ли горячей воды этих источников для снабжения города с населением в полтораста тысяч человек. Первые же скважины, пробуренные на глубину всего 30 метров, дали очень обнадеживающие результаты. Нет, кипяток не просачивается в них, как в тихом озерце, у которого мы остановились. Пароводяная смесь с температурой в 165 градусов прорывается там сквозь самую тяжелую «пробку» глинистого раствора, выбрасывает из скважины бурой снаряд... Гремящим двадцатипятиметровым столбом, постоянно дей-

ствующим гейзером бьет горячая вода. 15 литров пароводяной смеси в секунду с глубины всего 30 метров (!) — это совсем не так уже мало. Ну, а сколько сможет дать все термальное поле — площадь, под которой лежит у поверхности ископаемое тепло? Здесь мнения специалистов разошлись. Одни — наиболее осторожные — считают, что 400 литров в секунду — это максимум. Другие полагают, что и 1000 литров в секунду еще не предел. Где истина — покажут дальнейшие работы.

Инженеры прикидывают. Для теплофикации только северной и центральной части города требуется в секунду 400 литров воды с температурой не ниже 100 градусов. 400 литров кипятка в секунду! Что ж, даже по самым пессимистическим оценкам термальное поле Банных ключей может обеспечить это количество тепла. Ну, а на всякий случай — острье карандаша касается нескольких новых точек на карте: к линии теплопровода можно дополнительно подключить Малые Банные ключи, Среднюю Паратунку, Нижнюю Паратунку, Карамышинские источники. Все эти выходы термальных вод находятся примерно в одном районе, недалеко от Петропавловска.

ГЕЙЗЕР ВРАЩАЕТ ТУРБИНУ

О первой геотермической электростанции — тепловой электростанции, которая работала бы, используя энергию земных недр, инженер Александр Александрович Гавронский начал мечтать еще с 1948 года. По крайней мере к этому времени относится первое его письмо по вопросу геоэнергетики в вышестоящие инстанции. В 1952 году ученый написал статью о геотермической электростанции для научно-популярного журнала. Проблема выглядела тогда столь фантастичной, что журнал опубликовал статью под рубрикой «Окно в будущее». Этим редакция как бы снимала с себя ответственность за научную достоверность материала.

И вот через 11 лет, уже не в Москве, а на камчатской земле, встретился я с Гавронским. Он был научным сотрудником Паужетской геотермальной экспедиции, исполняющим обязанности ее технического руководителя.

Седой, высокий человек, несмотря на свои 60 лет, быстрый, порывистый. Уже несколько лет жил он здесь, где воплощалась в бетон и металл первая в мире геотермическая станция.

— О, ее рождению предшествовало немало событий, — рассказывает Гавронский. — Уже не говорю о том, как трудно было отстоять саму идею. По счастью, в этом я был не одинок, нас, энтузиастов геотермии, с самого начала было немало. А затем, когда наконец пришла пора практических действий, перед нами встало задание найти наиболее перспективное место строительства. Ряд организаций и экспедиций производили обследование подходящих горячих источников. Ведь их никто никогда до этого не оценивал с точки зрения экономики. А это дело непростое.

Можно представить себе очень большое термальное поле с высокой температурой пароводяной смеси, большим дебетом, но электростанцию там ставить и сложно, и дорого, и... не нужно. Не нужно, например, потому, что нет поблизости ни заводов, ни фабрик, ни населенных пунктов. Или если невдалеке от термального поля нет источников холодной воды. А ведь без нее электростанция работать не сможет, она необходима для охлаждения конденсаторов. Или еще — в пароводяной смеси могут оказаться ядовитые или агрессивные вещества, которые будут разъедать металл трубопроводов, теплообменников, турбин... Десятки таких «если» и надо предусмотреть.

Наиболее соответствовали всем строжайшим требованиям термальные ключи Паужетки. Здесь было обнаружено более тысячи выходов горячей воды и пара...

Я пришел сюда с одной из первых экспедиций еще в 1956 году,— продолжает Александр Александрович.— Тогда здесь не было ничего. Только просторная долина реки, вокруг которой коричнево-серые стены сопок, да вдали сверкает гранями ледников вершина вулкана, почти всегда, однако, прикрыта облаками.

Но вокруг журчащего в камнях ручья то здесь, то там вставали белесые столбы. Они свидетельствовали о том, что под каменистой почвой, в глубинных слоях идут сложные процессы кристаллизации и остывания лавы, в результате которых и выделяются из раскаленных пород огромные количества газов и пара. Эти процессы идут уже тысячи и тысячи лет и еще будут идти столько же...

Тогда мы наметили место для бурения первой разведывательной скважины. Каждый участник экспедиции положил на это место камень. Каменная пирамидка просуществовала до 1958 года, когда над нею установили бурильный станок.

С 1958 года пробурили 22 скважины. Выяснилось, что водоносный горизонт находится на глубине от 100 до 300 метров. Температура пароводяной смеси — 195 градусов. Термальные воды идут со стороны хребта Кошлевского и отрогов Камбального вулкана.

Чем ближе к вулкану, тем выше их температура. Но вблизи вулкана мы еще не бурили.

Из 15 скважин можно получить примерно 230 литров пароводяной смеси в секунду. Этого с избытком достаточно для нашей электростанции, которая будет иметь мощность 5000 квт. Не много? — говорите вы. Да, не много. Но, во-первых, больше и не требуется для снабжения Озерновского рыбокомбината — нашего пока что единственного потребителя энергии. Во-вторых,— Гавронский хитро улынулся,— вспомните, и мощность первой в мире советской атомной электростанции равнялась тоже 5000 квт.

Наша геотермическая станция будет работать по простейшей схеме: пар из-под земли — он не содержит никаких агрессивных или вредных примесей — прямо пойдет в турбину, а из нее — в конденсатор. Простота схемы, дешевизна «топлива» обеспечат завидные технико-экономические показатели...

В 1974 году у подножия Камбального вулкана уже работали две

турбины и готовилась установка третьей. «Паужетка», как ласково называют станцию, еще и еще будет увеличивать свою мощность.

Другая электростанция, использующая тепло земных недр, находится вблизи Петропавловска. Ее мощность 25 000 киловатт. Намечается подобное строительство и в районе Махачкалы в Дагестанской АССР. Здесь горячие воды с температурой 160—200 градусов залегают на глубине около 5 километров. Это глубоко, но ведь, пробурив скважину, получат в огромных количествах совершенно бесплатно горячую воду и пар,годные и для отопления жилищ, и для использования в теплоэлектростанциях.

Подземное тепло очень дешево. Оно дешевле получаемого в котельных, которые отапливаются углем, в 5—10 раз. И нет сомнения, что энергия земных глубин будет все шире завоевывать свои права. Конечно, речь идет пока только об использовании природной горячей воды, которая встречается во многих местах нашей Родины.

Выходы горячих вод есть и в Средней Азии, и на Кавказе, и даже на холодной Чукотке. Тепло земных недр само рвется на сушу, само просится в руки к людям. Надо лишь копнуть поглубже. В среднем за каждые 30—40 метров глубины температура земли вырастет на 1 градус. Значит, и в районе Москвы на глубине 3—4 километров температура воды достигает 100 градусов — она должна кипеть.

Надо заметить вот еще что. Прежде полагали, что для достижения цели придется бурить слишком много скважин: де, на больших глубинах много тепла, но нелегко получить оттуда горячую воду. Или надо искать ее залежи, а их может быть очень мало, или по одной скважине качать в недра холодную воду, так, чтобы она нагревалась там, просачиваясь сквозь трещины накаленных пород, а по другой — извлекать на поверхность пароводяную смесь. Но много ли тепла будет содержать тот локальный кусок гранита или базальта, сквозь который станет просачиваться наша вода? Конечно, нет! И понадобятся все новые скважины, чтобы поддерживать их достаточный суммарный дебет. Но оказалось, что это не так!

Советский ученый С. М. Григорьев разработал теорию геотермального слоя, проходящего под поверхностью Земли на уровне около полутора десятков километров. В этом слое вода находится в «критическом» состоянии, которому соответствует температура примерно в 450 градусов. По изрытым мельчайшим отверстиям она будет постоянно подтекать к пробуренным скважинам и с силой выбиваться наверх. Вертикальные штолни сыграют роль труб, погруженных в горячие подземные реки. А реки эти сплошным разливом охватывают весь земной шар, никогда не иссякают, нигде не снижают своей температуры.

Значит и Москву можно отапливать из котельной Плутона. Значит, и в Москве могут быть построены тепловые электростанции, не потребляющие ни грамма какого бы то ни было горючего.

Да, могут быть и будут построены, хотя путь к этому не близкий. Надо научиться бурить сверхглубокие скважины. Полтора десятка километров вниз — на пределе наших возможностей. На пределе, сегодня еще не достигнутом.

МОЛОДОСТЬ СТАРОЙ НАУКИ

География — одна из древнейших наук. Она в зачатке существовала и тогда, когда люди представляли себе землю плоской доской, прикрытой полушиарием «небесной тверди», небольшие участки суши — бескрайними пространствами, скромные по величине реки — гигантскими.

Открытие родной планеты, открытие того ясного сегодня каждому ребенку факта, что Земля — это шар, было в свое время величайшим достижением географии.

Географы век за веком собирали сведения о строении поверхности Земли, ее материках и океанах. И вот она оказалась известной и обследованной — вся, от полюса до полюса, по всем широтам и меридианам...

Но не умирает география. Собранные ею знания — фундамент для качественного изменения науки. И из описательной она превращается в творящую.

Совсем не так уж хорошо «устроена» наша планета. У нее есть огромные области, лишенные воды, но зато слишком щедро наделенные теплом. Конечно, в таких местах — пустынях — трудно жить и людям, и животным, и растениям. Они занимают около 20 миллионов квадратных километров — почти одну восьмую часть всей суши.

У нее есть, например, целый материк, покрытый многокилометровым слоем льда! Целый океан ее томится под ледяной коркой. Перераспределить воду и тепло по Земле — и она окажется значительно более «удобной».

Вот этим-то, составлением проектов преобразования нашей планеты, и начинают заниматься географы.

Наиболее активно вмешиваются в дела природы советские люди. Плановый характер хозяйства, единство целей всего народа дают нам возможности, о которых и мечтать не могут капиталистические государства.

...Мне приходилось бывать в некоторых районах среднеазиатских пустынь. Земля там отличается удивительным плодородием. Ранней весной, после дождей, буйно всходят травы, расцвеченные алыми брызгами маков и голубыми — колокольчиков. Но проходит чуть больше месяца, и, торопливо разбросав семена, умирают сожженные солнцем растения. Их стебли и листья превращаются в тонкую золу, которую разносит во все концы знойное дыхание ветра.

И я видел другое. Гигантские территории этих пустынь, которым труд и воля человека дали воду. Трижды собирают там урожай иных культур. Да еще какие урожаи!

Все шире наступление на пустыню. Все дальше врезаются в желтые пятна песков синие жилы оросительных каналов. И географы перекрашивают участки на карте зеленой краской — символом плодородия.

Десятки миллионов гектаров орошаемых земель будет в ближайшем будущем иметь наша страна.

А ведь это только очередной шаг советского народа, поставившего

грандиозную задачу значительно уменьшить, а затем и свести к минимуму зависимость сельского хозяйства от природной стихии. Вспомните гордые слова Программы Коммунистической партии: «Советский человек сможет осуществить дерзновенные планы изменения течения некоторых северных рек».

...На одном из митингов, кипевших в 1917 году в революционном Петрограде, Максим Горький принял участие в таком диалоге:

«— Я тебе, господин в шляпе, прямо скажу: землю мы обязательно в свои руки возьмем — обязательно! И все на ней перестроим...

— Горы-то сроете?

— А что? Помешают — и горы сроем.

— Реки-то вспять потекут?

— И потекут, куда укажем. Что смеешься, барин...»

Да, и горы отступают перед волей человека... И реки изменяют направления... Судьбы целых морей берут в руки советские люди.

СУДЬБА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Формально Каспийское море — не море, а озеро: ведь оно со всех сторон окружено сушей. Правда, это самое большое озеро в мире — и только.

Изолированное от океана Каспийское море находится в постоянной зависимости от самых разнообразных явлений природы. И в первую очередь, от погоды.

Триста тридцать кубических километров воды вливают в него реки ежегодно, 250 кубических километров из этой суммы приносит Волга. Остальное — Урал, Эмба, Атрек, Самур, Сулак, Тerek и другие.

Осадки, выпадавшие над морем, прибавляют еще 71 кубический километр в год.

И наконец, кое-что доставляют Каспию скрытыми путями подземные потоки грунтовых вод. Их взнос — 5,5 кубического километра в год.

В общем, его ежегодный приход достигал 406,5 кубического километра воды. Не так уж мало!

И Каспий кое-как сводил концы с концами. Его уровень в течение последнего тысячелетия то повышался, то понижался, а в XIX веке (точные наблюдения начали проводить с 1830 года) вообще почти не изменился.

Так продолжалось до 1930 года.

Еще не было на Волге ни гигантских водохранилищ, ни мощных ирригационных систем, которые повлияли бы на величину стока, а Каспий уже начал стремительно мелеть. К 1940 году его уровень снизился на 1,9, а к 1951 — на 2,3 метра.

Это повлекло за собой резкое уменьшение его зеркала: в 1930 году площадь Каспия составляла 424 300 квадратных километров, а к 1952 году она убавилась уже на 30 тысяч квадратных километров — почти на

величину Азовского моря. Исчезли или очень изменились некоторые заливы, в том числе Кайдак, Комсомолец, Часан-Кули. Острова увеличились в 2—3 раза, появились новые, которых раньше не было, а иные стали полуостровами. Длина береговой линии сократилась почти на 600 километров.

Вот как тяжело пережил Каспий резкое снижение стока рек! Ведь за период с 1930 по 1945 год речная дань морю ежегодно равнялась всего 280,8 кубического километра вместо 330.

Геофизики считают, что такое сокращение стока — прямое следствие общего потепления климата в XX веке на всей европейской части нашей страны.

Мало того, в баланс Каспийского моря вмешался человек. Вмешательство это было односторонним: он забирал воду, но не отдавал ее. Так, с 1935 по 1959 год Каспий недополучил около 100 кубических километров воды, израсходованных на первоначальное заполнение водохранилищ и на испарение влаги с их широких зеркал. Львиная доля этой воды — около 70 процентов — была отнята Куйбышевским и Волгоградским, Камским и Мингечаурским водохранилищами. Повысился и отбор воды на орошение. По расчетам ученых, гидротехническое строительство за 1940—1959 годы вызвало понижение уровня моря еще на 27 сантиметров.

Выходит, дело не в одних аномалиях погоды. И человек повинен в известной мере в медленном умирании Каспия.

Каковы же перспективы? Что ждет бедствующее море?

Немало разных проектов было выдвинуто в последние годы. В первую очередь — и это понятно — люди пытались использовать для дополнительного водоснабжения Каспия близлежащие реки: Амударью, Днепр, Дон... Однако они сами текут в маловодных, засушливых местах. Нельзя оставлять без воды ни юг Украины, ни оазисы Средней Азии.

Любопытным, но неприемлемым был и другой проект — соорудить самотечный канал от Азовского моря к Каспийскому. Ведь сегодняшний уровень Каспия лежит на 28 метров ниже уровня Мирового океана. Регулируя сток в Каспий по этому каналу, можно было бы поддерживать уровень вод на нужной высоте.

Но Азовское море — одно из самых «плодородных» наших морей. В нем, опресненном Доном, богатая пищой, а потому любимая многими видами рыба вода. Начав спускать ее в Каспий, мы неизбежно вызовем прилив в Азовском море сильно соленых вод из Черного. И погибнет драгоценный природный садок для рыб.

Непрерывный приток соленых вод в Каспийское море скверно отразится и на нем. Соленость его будет постепенно повышаться и, наконец, достигнет такого уровня, при котором в воде не будет нужных условий для жизни.

Оно станет таким же безжизненным, как знаменитое Мертвое море в Палестине.

Нет, эта идея поддержания уровня Каспийского моря не может быть принята.

При реализации проекта М. М. Давыдова, предусматривающего переброску стоков великих сибирских рек Оби и Енисея для обводнения и орошения пустынь Средней Азии, ничего не стоило бы выделить для питания Каспия 100 кубических километров воды из могучего потока сибирских великанов.

Но при этом должны быть созданы искусственные водохранилища, превышающие, быть может, по площади Каспийское море.

Можно ли жертвовать такими территориями необходимых для хозяйства земель? Да и осуществление такого замысла должно занять очень много времени и средств.

Помочь делу могут Печора и Вычегда.

Это отнюдь не маленькие реки! Сколько тысячелетий несут они свои воды навстречу студеным волнам Северного Ледовитого океана!

Районы, где текут они, неудобны для земледелия, там тундра, болота, редкое население. И воды там значительно больше, чем надо. А южные области нашей страны, ну, скажем, примыкающие к Волге вниз от Куйбышева, часто испытывают недостаток влаги. Вот тут-то и будут использоваться с максимальной выгодой воды северных рек.

Назовем лишь цифру, характеризующую этот проект: 40 кубических километров воды в год будет перебрасываться на тысячетакометровые расстояния. Это в полтора раза больше, чем годовой сток Дона.

Что же произойдет с Каспием, если он получит северное «вливание»?

При благоприятных условиях не только приостановится падение его уровня, но начнет даже повышаться. Если предстоящие десятилетия будут нормальными по количеству дождей, если прекратится потепление климата Восточной Европы, уровень Каспия поднимется по отношению к сегодняшнему на 0,6 метра. Если годы будут многоводными, эта цифра может стать еще более внушительной.

Но не следует думать, что только Каспийское море, изолированное от океана, обречено на какую-то особую судьбу. Нет, все изменяется. В том числе и поверхность нашей планеты. Изменяются и ее моря. Вот очень сжато судьбы еще нескольких морей земного шара.

МОРЯ ВЕЛИКОГО ОКЕАНА

Мне довелось как-то читать научно-фантастический рассказ, в котором возвращалась из межзвездного рейса экспедиция, отправленная еще жителями легендарной Атлантиды. Путешественники пробыли по своим часам в полете всего около восьми лет, а на Земле уже прошли тысячелетия. Звездоплаватели приблизились к планете и не узнали знакомых очертаний материков. Больше всего их смущило полное исчезновение родного острова. Произошла перемена и с «конфигурацией» морей.

Что ж, тысячелетия — достаточный срок для того, чтобы исчезло, скажем, Каспийское или Аральское море. Но ведь речь идет не о замкнутых морях, а о тех, которые связаны с океаном. Неужели и они нестабильны?

Да, это так. В последнее время ученые более или менее точно уста-

новили исторические судьбы многих морей. Их жизнь так же полна неожиданностей, как и жизнь человека. У морей бывают свои взлеты и падения, смены климатов и источников питания.

Возьмем, к примеру, Средиземное море.

Оно одно из крупнейших на планете. Его площадь (с Мраморным, Черным и Азовским морями) составляет около трех миллионов квадратных километров.

Оно одно из самых глубоких: максимальная глубина — 4404 метра.

Его касаются три части света: Европа, Азия, Африка. В него впадают знаменитейшие реки. Ну, и, конечно, необходимо вспомнить, что на берегах его расцветали главнейшие цивилизации. И ни с каким иным его сравнивать нельзя!

На память человечества, то есть в последние сорок веков, это море вело себя вполне нормально. Зимой оно гремело жестокими штормами, летом манило золотом своих песчаных пляжей. Иногда на его побережьях извергались вулканы, иногда происходили местные поднятия и опускания дна. Однако все это не вносило серьезных изменений ни в характер моря, ни в очертания его берегов.

Но сегодня наука не довольствуется короткой памятью человечества. Она все подробнее исследует происхождение и Вселенной, которая окружает людей, и планеты, где они живут, и морей, по которым они плавают. В том числе и Средиземного моря.

Первым его историей занялся английский геолог Ч. Лайель еще в 1833 году. Он установил, что примерно шесть миллионов лет назад морская фауна средиземноморья, имевшая в себе смешанные черты атлантической и индийской фаун, ибо в Средиземное море вначале имели входы оба великих земных океана, в основном погибла. Условия жизни в море стали невыносимыми: оно быстро мелело, а соленость его вод резко возрастила. Это могло произойти только в одном случае: в его бассейн перестали притекать внешние воды — воды океана, и море, оставленное на голодном пайке, начало катастрофически высыхать. Если бы в те времена были географические карты, на месте знаменитого моря значилась бы пустыня. Совершенно особая пустыня, лежащая ниже уровня океана более чем на два километра. Правда, в ней осталось несколько озер, в которые впадали реки, но, несмотря на постоянное пополнение пресной воды, озера эти были столь солеными, что в них не осталось почти ничего живого. Лишь несколько карликовых видов моллюсков и улиток, способных выдержать такие условия. Да и вся поверхность дна моря была покрыта солями.

Пустыню прорезали глубокие каньоны, по которым стекали в сохранившиеся небольшие озера те великие реки, что известны и сегодня.

В конце прошлого века во время поисков грунтовых вод выявилось прежнее русло Роны — реки, впадающей в Средиземное море на южном берегу Франции. В дельте оно оказалось глубиной около километра.

Советский геолог И. С. Чумаков, работавший на строительстве плотины Асуанского гидроузла, проводя здесь бурение, обнаружил под руслом Нила узкое ущелье, «утопленное» в гранитной толще материка на двести метров ниже теперешнего уровня моря. А ведь Асуан находится

более чем в тысяче километров от устья Нила. В его дельте скважины в триста метров не смогли достигнуть дна древнего каньона. Чумаков полагает, что здесь он опускается примерно на полтора километра ниже современной поверхности моря. Аналогичные ущелья-каньоны были в разные времена открыты на территории Алжира, Сирии и других стран Средиземного моря. Все они образовывались в те тысячелетия, когда его не было.

Американский ученый Кеннет, изучавший историю и строение Средиземного моря, в 1970 году пришел к выводу, что в течение миллионов лет неоднократно открывался и закрывался пролив, соединяющий море с океаном. Высыхание моря шло сравнительно быстро: всего около тысячи лет. Вероятно, не больше времени заняло и повторное заполнение его водой. При этом в месте соединения водоемов возник мощный водопад с разницей уровней в два-три километра, а поток воды превышал поток Ниагарского водопада примерно в тысячу раз.

Кстати, зарубежные инженеры предложили проект строительства в Гибралтарском проливе гигантской электростанции, работающей на перепадах воды в Атлантическом океане и Средиземном море. Чтобы усугубить такие перепады, море предполагается несколько «подсушить», не допуская в него атлантических «добавок». Ведь с его поверхности ежегодно испаряется около полутора тысяч кубометров воды! Ну, а когда разница уровней достигнет метров пяти-десяти, вступят в действие мощные гидротурбины. Обнажатся большие пространства мелководий, которые можно использовать для виноградников и цитрусовых садов... Но проект этот вряд ли будет осуществлен: он может повлечь за собой изменение климата всей Европы, что не скомпенсируется никакими другими выгодами. А заранее предвидеть эти последствия наука пока не в силах.

...В распоряжении Кеннета было океанографическое судно, позволявшее проводить буровые работы прямо с борта даже во время волнения. И с глубины моря около трех километров бурильная установка подняла керн каменной соли. Причем, толщина пласта оказалась более полутора километров! Примерно такую же толщину имеют залежи каменной соли на острове Сицилия. Да и везде дно Средиземного моря, как выяснилось, подłożено соляным слоем. А сама Сицилия — это часть дна, поднявшаяся над поверхностью в результате вулканических катаклизмов.

По данным современного английского ученого Кеннета Дж. Хсу, примерно пять с половиной миллионов лет назад сильное землетрясение разрушило горную цепь, отделяющую Атлантический океан от Средиземного моря, и образовало Гибралтарский пролив. А ведь тогда Средиземное море могло получать приток воды и из другого источника. Нет, речь идет не об Индийском океане. Восточнее и севернее Средиземного моря лежало гигантское озеро. Оно целиком перекрывало Черное, Азовское, Каспийское и Аральское моря. Воды этого великана хлынули бы в почти безводную котловину Средиземного моря, но путь ему преграждали молодые Карпаты. Кстати, это озеро, по всей вероятности, было или пресным, или лишь слегка солоноватым.

Да, да! Наше Черное море было практически пресным. И даже около

трех миллионов лет назад, когда его контуры приблизились к современным. В первый раз соленые воды Средиземного моря смогли проникнуть в бассейн Черного примерно 370 тысяч лет назад. Их приток продолжался еще 140 тысяч лет, после чего новые передвижения гор в районе проливов Мраморного моря закрыли проход. Черное море перешло на питание только водами впадавших рек и начало быстро опресняться. Открыл эту первую фазу осолонения недавно, в 70-х годах, ростовский ученый Б. Л. Соловьев. В районе Сухуми он нашел окаменевшие остатки солено-любивых средиземноморских моллюсков и достаточно точно смог определить их возраст.

Черное море пережило целый ряд последовательных осолонений и опреснений. Следующее осолонение произошло около 175 тысяч лет назад, затем — 100, затем — 52. 33 тысячи лет назад море опять стало пресным и оставалось таким довольно продолжительное время. И только семь тысяч лет назад снова открылись двери Мраморного моря и произошло очередное осолонение Черного, продолжающееся и сегодня.

Конечно, остановить стихийную работу природы и отгородить Черноморский бассейн от притока соленых вод силами человека сейчас не представило бы большого труда. Но, кроме силы, нужна осторожность. Вот недавно через один из проливов, отделяющих Европу от Азии, был перекинут мост. Это сооружение примерно равно такой же плотине и по трудоемкости и по сложности. Построив такую плотину, можно будет соорудить на возникшем перепаде достаточно мощную электростанцию. И так же, как при изоляции Средиземного моря, обнажатся мелководья. Высохнет значительная часть Азова. Останется лишь пресноводное озеро, питаемое Доном. Но надо ли строить эту плотину? Как рассчитать климатические изменения, которые она вызовет? Что станет со знаменитыми курортами Крыма и Кавказского побережья? Что станет с хорошо оборудованными портами и причалами? Нет, за сооружение такой плотины и электростанции имеется вряд ли больше «за», чем «против».

Пока мы говорили о древних морях, возраст которых измеряется сотнями тысяч лет, а то и миллионами. Но на Земле есть и более молодые. Например, Балтийское море.

Оно не принадлежит к числу больших или глубоких. Его площадь — 430 тысяч квадратных километров, а максимальная глубина — около 470 метров. Да и то глубины в сотни метров — большая редкость. Средняя их величина — 55 метров. Здания в 18 этажей высовывались бы, будучи поставлены там на дно. А иглу Московской телевизионной башни не смогла бы скрыть и максимальная глубина.

Нельзя сказать, что Балтийское море отличается особенной засоленностью. Она значительно ниже, чем в океане, и в этом «повинны» многочисленные полноводные реки. А узкие и мелкие проливы не дают возможности для равномерного перемешивания соленых и пресных вод. Особенно пресен Финский залив, в который впадает Нева.

Балтийское море — родное дитя великого ледника, в свое время надвинувшегося на Европу со Скандинавских гор и прикрывавшего ее большую часть. Балтийское море лежало под многокилометровой толщей льда. Но, когда, словно по чьему-то сигналу, ледник начал отсту-

пать, открывая для лучей солнца черную поверхность земли, открыл он и чашу моря, которая сразу же переполнилась водой. Было это совсем недавно — около 13 тысяч лет назад.

Таянье ледника шло стремительно, и освобождавшиеся воды хлынули через Южную Швецию в Северное море, связанное с Атлантическим океаном. Правда, существовал и еще более удобный путь — в Средней Швеции, но он был забит телом ледника. Когда же ледник покинул Среднюю Швецию и освободил этот путь, уровень воды в пресноводном Балтийском «озере» быстро упал до уровня океана. Но и тогда сток пресной воды в океан не прекратился, ибо продолжал таять ледник. Это течение «из моря» происходило только в верхней части соединяющего пролива, а в нижней его части установился противоток: тяжелые соленые воды океана теснили пресные. И ледниковое озеро стало соленым морем около 10 тысяч лет назад.

Уровень возникшего Балтийского моря был метров на пятьдесят ниже современного. Благодаря этому еще не открылись датские проливы, на Скандинавский полуостров можно было прийти из Дании через остров Готланд, не замочив даже ботинок (если кроманьонцы, которые могли оказаться на берегах нового моря, имели понятие о такой принадлежности туалета). В те времена уже появлялись древнейшие города и государства Двуречья и прилежащих областей.

Впрочем, это первое море было очень недолговечным, просуществовав лишь 600—700 лет. Поднятия земной коры прервали его связи с океаном и вновь превратили в озеро. Специалисты называют его озёром Анцилюся. В него впадали многочисленные реки, и благодаря этому оно быстро теряло свою соленость. Озеро опять стало пресноводным. Но оно тоже не было долгожителем планеты: всего примерно через тысячу лет воды этого озера снова начали переливаться через Среднюю Швецию в Атлантический океан. Открылся проход и через датские проливы. И так же навстречу пресным водам озера в нижней части проливов устремилось достаточно мощное противотечение. Достаточно мощное для того, чтобы в водах его прочно воцарился растительный и животный мир, характерный для соленых вод океана.

Это второе «издание» моря на том же месте совершилось около 7000 лет назад. Соленость моря была значительно большей, чем сейчас, климат — более теплым.

Однако на этом не закончилось формирование Балтики. Происходили подъемы земной коры, колебания уровня моря, изменения его конфигурации и характера берегов. Лишь две-три тысячи лет назад приняло оно свои современные очертания. Да и они имеют ряд тенденций к переменчивости. Ведь земная кора в районе Балтийского моря непрерывно поднимается. Это не может не сказатьсь на его облике.

Более шестидесяти лет назад Валерий Брюсов написал стихотворение «К Северному морю»: «Я пришел с тобой проститься, море, может быть, на долгие года. Ты опять в сверкающем убore, в кружевах из пены, как всегда». Дальше поэт перечисляет исторических людей, бывавших на берегу Северного моря: Юлия Цезаря, Вильгельма Оранского, художников, рисовавших его дали. А кончает так: «Проходи, о, море, неиз-

менным сквозь века, что поглощают нас. .» И создается впечатление, что для умного и высокообразованного поэта море было своеобразным символом постоянства. Но сегодня мы уже хорошо знаем, что это постоянство очень условно. Что только при сравнении жизни моря с жизнью отдельного человека можно говорить о некоей стабильности.

Не надо полагать, что исчезают и возникают только моря и озера. Точно так же возникают и исчезают острова. Лучший пример этому — история Атлантиды, острова, который был «больше Ливии и Азии, вместе взятых». Конечно, во времена Платона по-иному представляли величину и Ливии и Азии, чем сейчас, но все равно Атлантида была не маленькой. По мнению современных океанологов, она могла в разные периоды времени даже соединять Африку с Америкой. Потом, видимо, постепенно погрузилась на дно океана. Последними ее остатками считают Канарские острова... Впрочем, расскажем обо всем по порядку.

АТЛАНТИДА: ЛЕГЕНДА, ГИПОТЕЗА, РЕАЛЬНОСТЬ?

Предание об Атлантиде — одно из самых древних на земле. Оно начинается с диалогов Платона «Тимей» и «Критий». В них великий древнегреческий ученый рассказывает о большом острове в Атлантическом океане, который был поглощен безднами вод. Но что рассказывает Платон? Древнюю легенду или собственный вымысел о том, что мифический остров все-таки существовал? А может быть, он излагает реальные сведения, попавшие к нему случайно? Так что же такое этот рассказ Платона — легенда, гипотеза, реальность? Еще с первой половины IV века до нашей эры делаются попытки ответить на этот вопрос. Но окончательного нет до сих пор.

Предание об Атлантиде — одна из плодотворнейших идей, которая не раз вдохновляла писателей и поэтов.

Вспомните жюльверновского капитана Немо, который, скрестив на груди руки, смотрит на прекрасный город, озаряемый подводным извержением вулкана. Перед ним — мертвая Атлантида...

С вершины гигантской пирамиды взлетают похожие на огромные яйца космические летательные аппараты, чтобы унести от разбушевавшейся стихии на далекий Марс последних атлантов. А волны океана уже лижут ее подножие и толчки бушующего землетрясения поглощают легендарный город Стая Золотых Ворот. Вы, наверно, помните и эту картину, ее нарисовал в «Аэлите» Алексей Толстой...

А вот третья: на каменистый берег Европы ступает Акса Гуам — жрец, восставший против всемогущих жрецов, в повести Александра Беляева... Последний человек Атлантиды.

И этот список можно было бы продолжать почти бесконечно, список прекрасных вымыслов, порожденных древней сказкой.

Но есть об Атлантиде и литература другого рода. По содержанию не менее фантастическая, претендующая называться научной. Одна из таких книг самоверено была названа «История Атлантиды». А на другой стояло имя Шлимана, отрывшего из-под наслоений многих веков

камни легендарной Трои. Из небытия выступил его внук. Беззастенчиво ссылаясь на знаменитого деда, он озаглавил свою работу весьма претенциозно: «Как я открыл Атлантиду»... Все это так называемая «оккультная литература» об Атлантиде. Ее столько, что для иных она и сегодня стала «мировоззрением».

И все же множество областей науки интересуются проблемой Атлантиды, ждут ее решения, ибо с нею связано бесчисленное количество вопросов.

Вот, казалось бы, очень далекая от проблемы Атлантиды наука — ботаника. Где родина банана — растения, оккультуренного так давно, что оно может ныне размножаться только черенками? Каким образом бананы оказались в Америке и в Африке?

Где родина маиса — растения, входящего сейчас в знаменитую тройку главных хлебов человечества наряду с пшеницей и рисом? Современная кукуруза совершенно не способна размножаться самосевом; не найдены ее предки. Между тем кукуруза была известна не только в Америке, но и в Африке. Так откуда же она пришла на эти материки?

Сравнительное языкознание. Как попали корни греческих слов в состав языка майя — одной из индейских национальностей, населявших Центральную Америку?

Как «переплыло» из Америки в Европу слово «атлас»? Так называли с древности горы в Северной Африке. Отсюда это слово перекочевало в название Атлантического океана. Между тем у него нет ничего общего с европейскими языками, но на языке ангелов, издавна живущих на территории Мексики, слова с тем же корнем обозначают «воду», «море», «гибель».

Почему в американских мифах сохранились рассказы о гибели земли, находившейся за океаном на востоке, а в легендах европейских народов — об утонувшей земле за океаном на западе?

История культуры. Как объяснить, что в Перу найдены древние скульптуры львов и других животных, не живущих в Америке, а в Европе — не менее древние изображения саблезубых тигров, вымерших здесь около 300 000 лет назад?

Почему обычай делать мумии был распространен не только в Египте, но и у майя в Центральной Америке? И пирамиды построены в Египте и в Мексике?

Этнография. Откуда у кроманьонцев, древних предков европейцев, и у некоторых индейских племен близкое антропологическое сходство?

Зоология. До сих пор угри из рек Западной Европы отправляются нереститься в Саргасово море, водоросли которого родственны средиземноморским.

Дикие лошади были известны в Европе в эпоху палеолита, на них охотились пещерные люди. Затем следы исчезают, а в бронзовом веке появляется уже домашняя лошадь. Кто осуществил это одомашнивание?

Думается, что подобные загадки не дают возможности отрицать существование Атлантиды. Хотя они и не дают права утверждать обратное. Поэтому снова и снова ученые обращаются к первоисточнику сведений

о потонувшем материке, к двум диалогам Платона. Одним из первых в новейшие времена сделал такую попытку замечательный русский поэт Валерий Брюсов.

Это был удивительный человек, поэт, писатель, математик, большой знаток древней истории, исследований в разных областях естественных наук. Атлантида его интересовала буквально с детских лет. В юношеские годы он работал над поэмой «Атлантида». Достигнув творческой зрелости, написал цикл стихов, посвященных той же проблеме. В последние годы жизни опубликовал большой научный труд «Учителя учителей». Так поэт-ученый называл древних жителей Атлантиды, в которой «все знанья возникли» и в которой «все, что возможно, постигли первые дети Земли». (Строики из «атлантического» цикла стихотворений Брюсова взяты в кавычки.) Он предпринял попытку проследить влияние Атлантиды на древнейшие народы, и в первую очередь на критско-микенскую культуру, которая предстала перед изумленным миром после раскопок английского археолога Эванса.

Проанализировав этапы развития культур, в том числе египетской и эгейской, Брюсов приходит к выводу, что их начальные стадии странны и непонятны. Загадочны истоки египетских пирамид: самые древние одновременно и самые высокие. Они появляются вдруг, как Афина Паллада из головы Зевса! Нечто подобное же усматривает Брюсов и в культуре критско-микенской. Легендарный лабиринт возникает как бы внезапно. До него на острове смогли обнаружить только остатки людей, не вышедших еще из каменного века. Не следует ли объяснить этот скачок чьим-то могучим влиянием, распространившимся на разные континенты? Не свидетельствует ли все это о существовании в глубокой древности народа, ставшего всеобщим наставником — «учителями учителей»?

Традиция подсказала поэту нужное имя — Атлантида. И в поисках ответа Брюсов вернулся к диалогам Платона.

Основываясь на современных данных об Атлантиде, он так воспринимает сообщения Платона:

«Если допустить, что описание Платона — вымысел, надо будет признать за Платоном сверхчеловеческий гений, который сумел предугадать развитие науки на тысячелетия вперед, предусмотреть, что когда-то учёные-историки откроют мир Эгейи и установят его сношения с Египтом, что Колумб откроет Америку, а археологи восстановят цивилизацию древних майев и т. п. Надо ли говорить, что, при всем нашем уважении к гениальности великого греческого философа, такая прозорливость в нем кажется нам невозможной и что мы считаем более простым и более правдоподобным другое объяснение: в распоряжении Платона были материалы (египетские), шедшие из глубокой древности».

Метод, принятый Валерием Брюсовым, весьма логичен: он прочитал диалоги Платона и сопоставил их с объективным уровнем знаний древнего философа как человека своего времени. Основываясь на этом, поэт решил, что большую часть сведений, содержащихся в текстах диалогов, Платон мог получить только у людей, которым было известно о сущест-

бовании Атлантиды. Ну, например: «Платон, как и все греки, ничего не знал об Эгейских царствах, которые на почве Греции предшествовали эллинским. Поэтому у Платона не могло быть никаких оснований к тому, чтобы вымышлять сильное государство в Аттике за много веков до начала греческой истории».

Платон пишет, что Атлантида была расположена на островах за Гибралтарским проливом и от нее можно было, плывя дальше на запад, попасть на другой материк. Но ведь древние греки ничего не знали об Америке! Не свидетельствует ли это о том, что и эти данные дошли до Платона из какого-то компетентного источника?

Установив таким образом, что на первых же страницах своих диалогов Платон делает два гениальных открытия в разных областях науки — в истории и географии (подтвержденных в XV веке — Колумбом и в XX — Эвансом), Брюсов убеждается, что и в незначительных, казалось бы, деталях Платон оказывается удивительно близким к истине. Это относится, скажем, к неизвестному металлу орихалку. После того как в таблице Менделеева не нашлось для него места, стало сомнительным, был ли он вообще. Брюсов считал, однако, что этим неведомым металлом мог быть алюминий. Правда, для его получения используется электрический ток, неведомый атлантам. А может быть, им был известен другой метод?

К этому мы можем добавить факт, сообщаемый древним историком Плинием: в первые годы нашей эры к римскому императору Тиберию неизвестный мастер принес металлическую чашу, блестевшую, как серебро, но чрезвычайно легкую. Он рассказал, что получил этот металл из глинистой земли. Тиберий, боясь, что открытие обесценит его запасы золота и серебра, приказал отрубить мастеру голову. Вполне возможно, речь также идет об алюминии.

Советские ученые полагают, что орихалк мог быть природным сплавом меди и цинка, по-современному — латунью. Изредка встречаются руды, содержащие сразу оба этих металла. Такой сплав соответствует и цвету орихалка — «красному, блестящему, как огонь».

В диалогах Платона мы узнаем о растительном и животном мире Атлантиды. Они описаны на редкость реалистично. Видимо, самое удивительное в фауне Атлантиды — слоны и лошади. По Платону, атланты имели в своих колониях в Африке и Америке лошадей и слонов. А ведь это нисколько не противоречит истине: и лошади, и слоны в Америке обитали сравнительно совсем недавно.

В «Учителях учителей» Брюсов, знакомясь со столицей Атлантиды — городом Золотых Ворот, склонен думать, что и он не выходит из рамок возможного... «Громадна была статуя Посейдона, описанная Платоном, но и она приближается по размерам к статуе Зевса Олимпийского, изваянной Фидием... И вообще, во всем описании нет ни одной черты, которая обличала бы преднамеренный вымысел...» — пишет Брюсов.

Соответствует ли Атлантида Платона новым научным данным? К этому вопросу после Брюсова не раз возвращались советские ученые, которые находили все новые совпадения. Ну, например, питающие Атлантиду два ключа — горячей и холодной воды — действительно могли быть

на острове, связанном с активной деятельностью вулканов. Отыскали и загадочное, может быть, даже для самого Платона дерево, «что дает и питье, и пищу, и мазь». Это могла быть кокосовая пальма, которая действительно дает и «питье» — кокосовое молоко, и «пищу» — мякоть ореха, и «мазь» — полужидкое кокосовое масло. Даже замечание Платона о том, что стены и башни города Золотых Ворот были сложены из камня трех цветов — белого, черного и красного — нашли интересное подтверждение: именно из таких камней сложены города на Азорских островах, которые, как и Канарские, иногда считают горными вершинами затонувшей Атлантиды.

Исследования, проведенные в последние годы, подтвердили указанную Платоном дату трагической катастрофы, когда остатки трансатлантического острова, некогда соединявшего два великих материка, погрузились на дно океана. Что же подтверждает столь древнюю дату?

Возможно, что океанские течения определяют климат материков. Может быть, их появление и исчезновение служит сигналом для движения ледников, которые, тая, обнажают земную поверхность с оставшимися гигантскими глыбами валунов, словно брошенных в панике отступления. Ну, а почему возникают и исчезают морские течения?

Советский атлантолог Е. Ф. Хагемейстер выдвинула теорию, что конец последнего ледникового периода был вызван прорывом теплого Гольфстрима в холодный Северный Ледовитый океан. А произошло это потому, что Атлантида погрузилась на дно океана и открыла путь Гольфстриму. С этой точкой зрения был полностью согласен академик В. А. Обручев. Он писал: «Погружение Атлантиды вновь освободило путь Гольфстриму, и на севере теплые воды его постепенно прекратили оледенение вокруг Северного полюса».

Но когда же это произошло? Известный советский гидролог Ермолов, проведя радиоактивный анализ пробы грунта со дна полярных морей, установил, что впервые горячий поток Гольфстрима проник в них сколько 12 тысяч лет назад.

Аналогичные результаты получили и американские ученые. Они исследовали вулканический пепел, который встречается в отложениях Атлантического океана. И оказалось, что он появился здесь примерно 12 тысяч лет назад. Это еще раз подтвердило легендарную дату гибели Атлантиды: остров погружался на дно океана под громовой салют вулканических извержений.

Большая часть работы Брюсова посвящена связям между древнейшими цивилизациями нашей планеты. Особое внимание уделяет он критско-микенской культуре. Книга была напечатана, когда раскопки на Крите еще не закончились. Это придавало ей дополнительный интерес, которого не мог не учитывать автор. Ну, а сегодня, признает ли наука наличие таких связей?

Именно этому вопросу посвящен труд кандидата исторических наук А. А. Горбовского «Загадки древнейшей истории». Можно подвергать сомнениям некоторые выводы Горбовского, но приводимые им факты всегда точны. А касаются они чаще всего древнейших представлений о строении Вселенной.

Например, мысль о множественности обитаемых миров, за которую был сожжен Джордано Бруно. Оказывается, ее, как непреложную истину, излагали тексты Египта, Индии и Тибета. Горбовский цитирует санскритскую книгу «Вишну-Пуране»: «Наша Земля лишь один из тысячи миллионов подобных ей обитаемых миров, находящихся во Вселенной». Дальше он ссылается на сообщение археолога Дж. А. Массона, что представление о том, будто на далеких звездах живут существа, подобные людям, бытовало и в Перу.

Другой пример — идея шарообразности Земли. Об этом знали египтяне. «Земля была передо мной, как круглый мяч» — это цитата из древнейшего «Лейденского демотического папируса». (Слово «демотический» в точном переводе означает «народный» и отражает содержание папируса.) Ацтеки изображали планеты маленькими кружками или мячами, в которые играли боги. На Ближнем Востоке, в Египте и Индии год подразделялся на 12 месяцев. Но... такое же подразделение существовало и в Южной Америке. И в Европе, и в Перу новый год начинался в сентябре. Майя насчитывали 360 дней в году вслед за... Египтом, Вавилоном, Индией.

Древние греки, индусы, кельты, майя делили историю человечества на четыре периода, причем каждый из них был окрашен особой краской. Удивительно, что последний, четвертый период все они считали черным.

Общеизвестен библейский миф о строительстве Вавилонской башни и о последующем смешении языков. Нет ничего странного в том, что аналогичный миф есть у вавилонян: создатели Библии просто похитили его. Но откуда эта легенда пришла в Мексику? А ведь там об этом повествуют такими словами: «Они построили высокую башню... Но языки их внезапно смешались, они не смогли больше понимать друг друга и отправились жить в разные части земли».

И еще, и еще... Часто можно прочитать, что легенды о «всемирном потопе» распространены только у прибрежных народов и что это воспоминания о прежних наводнениях. В действительности нет народа, который не имел бы такого предания. Все знают это место в Библии. Многим известно, что оно заимствовано из «Гильгамеша», древнего шумерского эпоса. Но английский этнолог Дж. Фрезер утверждает, что все 130 индийских племен Северной, Центральной и Южной Америки рассказывают миф о великой катастрофе.

Можно почти бесконечно продолжать этот список. За пятьдесят «послебрюсовских» лет он еще удлинился.

Нет сомнения, что «Учителя учителей» Валерия Брюсова подвели итог первому периоду изучения проблемы Атлантиды, превратив малоубедительное и местами сомнительное для самого Платона повествование в научный документ, проверяемый придирчивой экспертизой XX века. Примерно так оценивал свою работу сам автор: «Отныне «проблема Атлантиды» выходит из области гаданий, становится определенной исторической гипотезой и должна разделить обычную судьбу всех научных гипотез вообще, в зависимости от того, будут ли вновь открываемые факты ее опровергать или подтверждать».

И все же будет не совсем справедливо, если мы, отдав должное достоинствам работы Брюсова, умолчим о ее роковом недостатке. Увлеченный чарующим преданием, он опрометчиво считал культуру атлантов сверхразвитой: «В течение тысячелетий возрастала их мощь и развивалась их культура, достигнув высоты, которой, быть может, не достигал после этого ни один из земных народов». Такому выводу, очевидно, способствовало и влияние книг оккультистов. По их мнению, атланты знали воздухоплавание, ракетную технику и т. д.

Советские ученые тщательно проанализировали вопрос о том, насколько высокую культуру описывает Платон. Такую задачу, в частности, ставил профессор Н. Ф. Жиро.

О каких металлах говорит Платон? О золоте, серебре, орихалке, свинце и железе. Но золото и серебро встречаются в самородном виде и обилие их в столице атлантов не свидетельствует о том, что эти металлы широко применялись в жизни города. Орихалк, вероятно, выплавлялся из природных руд довольно примитивным способом. Железо, которое упоминается у Платона лишь однажды, судя по всему, тоже было самородным, метеорным. Ведь в диалогах и речи нет о железном или бронзовом оружии или орудиях труда. Все это нельзя считать свидетельством наступления медного или тем более бронзового века. И оружие, и орудия, скажем, для обработки земли, и бытовые изделия делались только из камня и кости, что вполне соответствует каменному веку.

Ничего нет у Платона и о кирпиче или известии, цементе, гипсе как о связующем строительном материале. Для скрепления блоков стен, очевидно, использовались металлы — в первую очередь, медь, затем орихалк, может быть, еще золото или серебро. Это также соответствует первому периоду перехода от каменного к бронзовому веку.

Нет ничего противоречащего в рассказе Платона и о гигантских размерах храмов. Как раз на этом этапе развития многие народы тяготеют к гигантизму в архитектуре. Ряд авторов связывают с культурой атлантов мегалитические постройки, разбросанные почти по всем морским побережьям земного шара. Мегалиты — сооружения из неотесанных или полуотесанных огромных глыб камня, уложенных рядами или кругами. Они были сделаны так давно, что даже легенды об этом безмолвствуют. А ведь они известны в Европе, Южной Америке, Палестине, Эфиопии, Индии, Японии, на Мадагаскаре. Ясно только одно — эти сооружения должны были возводить люди каменного века.

Высокая культура земледелия отнюдь не выпадает из общей оценки уровня развития Атлантиды, данной профессором Жиро. Кстати, земледелие, видимо, возникло 30—20 тысяч лет назад, что примерно совпадает с датой расцвета и гибели Атлантиды.

Доктора химических наук Н. Ф. Жиро по праву можно считать крупнейшим советским атлантологом. Он выступал со статьями в газе-

таких и журналах, по радио и телевидению, опубликовал несколько книг. Последняя из них — «Атлантида» — вышла в 1964 году, за несколько лет до его смерти. По мнению Н. Ф. Жирова, на вопрос о существовании Атлантиды должна ответить наука. В частности решающее слово здесь за океанологией. Именно она должна разобраться, мог ли быть и был ли несколько тысячелетий назад в Атлантическом океане, напротив Гибралтара, достаточно большой остров.

Да, отвечает профессор Жиров, это вполне возможно. «Данные современной науки говорят о том, что среди Атлантического океана расположен подводный Северо-Атлантический хребет, который мог существовать субаэрально (над поверхностью воды) во времена, близкие к тем, что указывает Платон в своем предании. Возможно, что некоторые из этих участков суши просуществовали вплоть до исторических времен». Так, может быть, на этих островах имеет смысл искать следы Атлантиды?

Острова Атлантического океана издавна привлекали интересы учёных. К сожалению, так и не удалось организовать большую комплексную экспедицию, которая провела бы археологические раскопки, этнографические исследования, записала бытовые обряды и легенды, тщательно исследовала флору и фауну и т. д.

С некоторыми из Азорских островов связаны любопытные события. Так, на острове Корну якобы была найдена статуя. Человек, сидя на коне, протягивал руку на запад. Об этом факте сообщает, в частности, немецкий учёный Р. Хентиг. На других островах находили могильные плиты с надписями на неизвестном языке.

На одном из островов Зеленого Мыса был обнаружен дольмен и наскальные надписи на берберском языке; на другом — семь загадочных статуй.

Население Канарских островов многие специалисты считают прямыми потомками атлантов. После жестокой войны, проведенной испанцами против двадцати тысячи аборигенов, не знавших ни металлического, ни тем более огнестрельного оружия, все они были уничтожены. Уже к 1500 году в живых не осталось ни одного человека. Палеантропологические исследования показали, что аборигены принадлежали к различным этническим группам. Среди них были и кроманьонцы, старожилы Европы, и семиты, и даже монголоиды и негроиды. Выводы эти сделал французский учёный Р. Верно, проведя раскопки соответствующих захоронений.

Говорили гуанчи — так принято называть жителей этих островов — на языках берберского происхождения. Обнаружены и наскальные надписи, сделанные иероглифами двух типов. Один из этих типов как будто бы родствен иероглифам Крита. Но ни одна надпись до сих пор не расшифрована и не прочтена.

При одном из первых посещений островов португальцами здесь была найдена статуя, державшая в руке шар. Ее увезли в Лиссабон, и ныне ее местонахождение не установлено.

На Канарских островах было широко распространено мумифицирование. Мумии зашивали в шкуры животных. Такой метод недавно обнаружили в Ливии. Как показал анализ по изотопам углерода, мумия двух-

летнего ребенка была изготовлена там около 3400 года до нашей эры.

Впрочем, немало интересного таит и дно океана. Шведская экспедиция на судне «Альбатрос» в одной из взятых колонок грунта западнее Африки обнаружила пресноводных диатомей. Может быть, их вынесло в океан водами Конга или Нигера? Но в этом случае пресноводные виды перемешались бы с морскими. Логичнее предположить, что колонка грунта взята там, где когда-то было пресноводное озеро.

К сожалению, пока с места гибели Атлантиды ученым не удалось поднять ни статуи Посейдона, ни даже обломка его трезубца. Но все-таки находки были...

В середине пятидесятых годов морская драга зачерпнула южнее Азорских островов около тонны весьма странных образований. Это были известковые диски, имеющие углубление, что придавало им вид тарелок. В среднем диаметр этих дисков достигал 15 сантиметров, а толщина — 4 сантиметра. Наружная сторона их была относительно гладкой, но внутренность впадин — шероховатой. Необычная форма этих образований свидетельствовала об их искусственном происхождении. Удалось установить и возраст «морских бисквитов». Он оказался равным 12 тысячам лет, что соответствует дате гибели Атлантиды. Удалось установить и другое: изготовлены «бисквиты» были в атмосферных условиях. Кем? Для чего? Как попали они на вершину подводной горы?

В связи с этим Жиро вспомнил обычай у некоторых кавказских народов приносить в жертву духам пищу на вершины гор. Может быть, и найденные «морские бисквиты» — тарелочки из аналогичных жертвоприношений, осуществлявшихся жителями Атлантиды?

О многом могут рассказать находящиеся в осадках на дне океана остатки живых существ. Вот, например, фораминефоры. Витки спиралей раковин фораминефор закручены у теплолюбивых форм влево, у холоднолюбивых — вправо. Изучая колонки грунтов, взятых в северной Атлантике, ученые пришли к выводу, что около 10—13 тысяч лет назад воды северной Атлантики резко потеплели. Это тоже связывается с прорывом теплого Гольфстрима, перед которым убрали преграду Атлантиды...

Ну, а в целом что можно сказать о проблеме Атлантиды с уровня современных знаний геологии?

Да, находящийся в центре Атлантического океана горный хребет является постоянным центром многочисленных землетрясений. Это указывает на высокую сейсмическую активность этого района.

В Атлантическом океане есть ряд областей, сравнительно недавно бывших сушей. Причем «для всех этих мест, — замечает Жиро, — мы не исключаем вероятность существования островов даже в историческое время; некоторые из них могли быть населенными». Далее ученый сопоставляет сведения о существовавших в исторические времена островах с имеющимися на современных картах. Как ни удивительно — они идентичны. Однако, «есть все основания предполагать возможность опускания отдельных островов и банок Северной Атлантики и в наше историческое время, имевших характер катаклизма». Этим Жиро объясняет невозможность осуществить в ряде случаев такую идентификацию.

Впрочем, свидетельств об Атлантиде именно там, где ее следует ожидать «по Платону», много. Так, на борт советского судна «Михаил Ломоносов» был поднят в районе Среднеатлантического хребта обломок кораллов. Как известно, кораллы живут только на сравнительно небольших глубинах. А так как коралл был поднят с куском коренной породы с глубины 2,5 километра, остается предположить, что недавно именно здесь горный хребет опустился с глубины океана не меньше чем на 2 километра.

К сожалению, все данные о морском дне Атлантического океана получены попутно экспедициями, выполняющими другие задания. Результаты их весьма разнообразны и зачастую противоречивы. Одни экспедиции находят при своих исследованиях остатки пород, имеющих подводное происхождение, другие, почти в том же месте, наоборот, — только породы, возникшие на воздухе, третий — породы, которые могут появиться лишь в условиях пресного водоема. И все же наиболее авторитетные голоса утверждают: Атлантида могла существовать и исчезла именно в те сроки, о которых говорил Платон, то есть около 12 тысяч лет назад. Во всяком случае, именно в это время в Атлантическом океане происходили серьезные перемены, сопровождавшиеся большими вулканическими извержениями, сдвигами островных масс глубоко под поверхностью океана, изменением океанских течений, может быть, потеплением всего северного полушария, вызвавшего окончание ледникового периода.

Прошло более полувека со дня написания Валерием Брюсовым работы «Учителя учителей». Мы вступили в эпоху научно-технической революции, захватывающей все новые и новые области знания. Человек уже может опуститься в батискафе в предельные глубины океана, найти и увидеть остатки Атлантиды с помощью своих приборов. И нет сомнения, что он сделает это.

— Черт возьми! — воскликнет кто-нибудь из читателей. — Есть ли на Земле что-нибудь незыблемое? Может быть, хотя бы океаны и материки составляют исключение?! Ну, что ж, узнаем, как представляют себе учёные их историю.

ПЕРВЫЕ МАТЕРИКИ ПЛАНЕТЫ

Начало этой истории уходит в глубь веков, уж слишком далеко от нашего времени...

Земля существует около 5 миллиардов лет. Кто скажет, когда появилась у нее атмосфера? Кто ответит, когда образовалось гигантское ложе океанов? Когда они заполнились водой? Сразу ли стала она соленой или сначала была пресной?

Вопросы эти когда-нибудь получат точные ответы. Просто сегодня мы еще не знаем их. Сегодня нам известно пока о том, что происходило всего полмиллиарда лет назад. Да и то эти представления носят еще чисто гипотетический характер.

...Первым обратил внимание на странную особенность береговых линий Атлантического океана итальянский ученый Антонио Снider

в 1858 году. Может быть, это бросалось в глаза многим и до него, с того момента, как были сделаны достаточно точные карты, но именно Снидер выступил в печати, утверждая, что это не может быть случайностью.

Через тридцать с небольшим лет к вопросу о сходстве береговых линий Европы и Африки, с одной стороны, и Южной, Центральной и Северной Америки,—с другой, обратился блестящий немецкий геофизик Альфред Вегенер. Он исходил из ныне отвергнутого представления об огненно-жидком происхождении Земли, опираясь на гипотезу Канта-Лапласа, дававшую в те времена убедительную материалистическую картину возникновения нашей планеты.

В расплавленном лавовом шаре наиболее тяжелые вещества оседали к центру, а более легкие— соединения алюминия, магния, щелочных металлов — всплывали на поверхность, где и застывали, образуя небольшой слой твердой земной коры. Остывая, Земля уменьшалась в объеме, и эта кора морщилась, составляя складки горных хребтов. А бездонная лава «разошлась по швам», из которых позже родился Атлантический океан. С тех пор Америка и «уплывает» по базальтовому морю на запад. Так же в свое время откололась от Австралии Новая Зеландия.

Гипотеза Вегенера была встречена по-разному. И сегодня еще есть ученые, которые стоят на точке зрения, что материки неподвижны. Но их, так сказать, меньшинство. Большинство же считают, что Вегенер был прав: материки движутся. И движутся достаточно быстро — в год по несколько сантиметров. При такой скорости они за 5 миллиардов лет могли совершить не одно кругосветное путешествие! Чтобы убедиться в движении материков, сейчас проводят космические опыты, устанавливая на Луне отражатель луча, который бросают с одного материка, а принимают на другом.

Вот только неизвестно, когда все это началось, — сразу ли после образования Земли или примерно на три миллиарда лет позже. Неизвестно и другое: кто первым «отправился в плавание».

Есть теория, что сначала в разных местах планеты появились небольшие материки, а потом они соединились в один огромный — Пангею.

Лучше всего, видимо, геологи знают Евразию. И они полагают, что она сложилась из ряда независимых сначала древних платформ — Русской, Западно-Сибирской, Восточно-Сибирской, Китайской, северо-восточного участка суши. Палеомагнитные данные подтверждают это предположение. Однако пока неясно, где и когда впервые всплыла из тяжелой базальтовой лавы, скажем, Русская или Западно-Сибирская платформа.

Пангея «расположилась» в восточном полушарии, преимущественно в экваториальной и субэкваториальной зоне. Одним концом она захватывала район Южного полюса, другим почти касалась Северного.

Этот сверхматерик распадался на две части — Лавразию и Гондвану. В состав первого входили Европа, Азия и Северная Америка; второй включал Африку, Австралию, Антарктиду, Индостан, в настоящее время соединившийся с Азией. Раскол произошел сравнительно недавно: около 250 миллионов лет назад.

Ученые пытаются найти объяснение возникновению первых материков

и их «плаванию». Ведь по современным представлениям Земля никогда не была огненно-жидким шаром. Ее колыбель — холодные частицы газопылевого облака. И сама она длительное время оставалась холодной, пока примерно через два миллиарда лет после того, как завершился процесс формирования ее твердого ядра, не начали действовать ее внутренние законы и силы. Среди них важнейшим, видимо, был разогрев массы радиоактивным теплом.

Разогревание это шло медленно. Только через два миллиарда лет недра планеты стали размягчаться и плавиться. При этом к центру шара опускались наиболее тяжелые вещества, а легкие — всплывали. Так сформировалось тяжелое металлическое ядро.

В мантии между тем возникает своеобразное глобальное течение. Оно начинается в слоях, прилежащих к самому ядру, то есть в самых глубоких ее частях, и направлено на север, где, поднявшись к нижнему слою земной коры, резко поворачивает на юг. Все время придерживаясь верхнего слоя мантии, это течение, омыв нижнюю поверхность земной коры, уходит в районе Южного полюса в глубины и снова поворачивает там к северу. Конечно, течение это чрезвычайно медлительно, вряд ли оно превышает в наиболее быстрых местах и в лучшие времена несколько сантиметров в год — именно с такой скоростью оно увлекает за собой материи. При этом вещество мантии остается в основном твердым.

И еще: указанная картина сохранялась длительное время.

Подхватченные током легкие вещества всплывали в районе Северного полюса и застывали, образуя твердые пластины, которые течение относило к Южному полюсу. Там они оставались плавать, не имея возможности последовать дальше из-за своей легкости. Сколько миллионов лет это длилось — неизвестно.

Но увеличивалось металлическое ядро Земли. Все уже становился просвет между внутренней поверхностью земной коры и внешней поверхностью ядра. И благодаря этому единый конвективный внутренний поток расщепляется на ряд отдельных оборотов. Труднее стало сохранять единство гигантскому материру — Пангее. И он разломился на два куска.

Между тем труднее становилось сохранять и стабильность локальных течений кругооборотикам вещества, возникшим после расщепления глобального течения, охватывавшего весь земной шар. Они распадались на еще более мелкие конвективные ячейки. И происходили новые разломы частей Пангии, которые сегодня мы уже имеем право называть именами наших материков.

Вероятно, раскол этих частей был возможен там, где из недр мантии непрерывно притекало горячее вещество; там, где оно спокойно перемещалось под земной корой, параллельно ей, разломов не было.

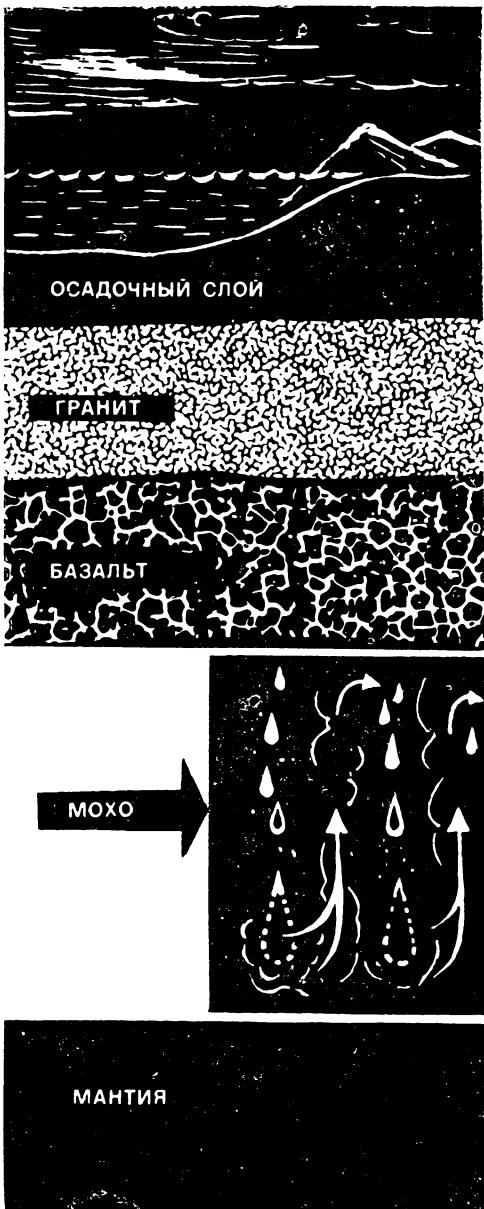
Скажем сразу: земная кора, передвижением которой Вегенер объяснял передвижение материков, это совсем не то, что имеют в виду учёные, говоря о литосферных плитах, на которых лежат и вместе с которыми «путешествуют» материки. Земная кора, кончающаяся на уровне погружения слоя Мохоровичича, — слишком непрочное «сооружение», чтобы можно было доверить ей «перевозить» тысячекилометровой величины плиты на тысячекилометровые расстояния. Литосферные плиты состоят

из полной толщины земной коры и подлежащего под нею слоя мантии. Все это вместе— не менее ста километров. И движутся они не по твердому и жесткому слою, который находится непосредственно под земной корой, а по вязкому и пластичному, совсем недавно открытому в мантии. Слой этот назвали астеносферой.

До Вегенера полагали, что земная кора на суше и в океане одинакова. Основоположник многих взглядов на строение нашей планеты, принятых в прошлом веке, австрийский ученый Зюсе считал, что дно океана — это просто материк, который утонул. Вегенер, основываясь на данных измерения силы тяжести, утверждал, что земная кора под материком и океаном резко различна по своим свойствам. В книге «Происхождение материков и океанов», которая вышла в 1915 году, он и излагал идею о движении материков.

Книга не прошла без внимания. О ней спорили. Специалисты высказывали авторитетные мнения. Взгляды Зюсе казались куда менее противоречащими «здравому смыслу». Но...

Окончилась первая мировая война. Началась и завершилась вторая. Известный геолог Ф. Кюнен, кстати, достаточно последовательный противник Вегенера, подсчитал, какой толщины слой осадков должен был накопиться на дне океанов. Все возможные цифры он брал с наименьшим допуском. И получил «мощность», превышающую три километра.



Строение земной коры

После второй мировой войны в плавание вышли суда со звуколокационной аппаратурой. Они не только достаточно точно перемерили глубины океана, но смогли определить и толщину осадочного слоя. Расхождение было примерно раз в десять. Вместо вычисленных километров находили лишь немногие сотни метров, а то и десятки метров. Случалось, дном океана оказывался обнаженный базальтовый слой. Куда же делись ожидаемые осадки?..

Другим доводом о движении материков стали данные палеомагнитных измерений. Дело в том, что и изверженные, и осадочные породы несут на себе отпечаток земного магнитного поля — свидетеля их образования. И выяснилось, что магнитные полюса не раз менялись местами: северный становился южным, а южный — северным. Палеомагнитные линии указывали на разных материках куда им только вздумается. Словно на Земле было десятка полтора магнитных полюсов, которые произвольно выбирали себе «место жительства». Но, может быть, это перемещались и поворачивались не полюса, а сами материки?

Палеомагнитные данные, — пожалуй, самые убедительные доводы в пользу гипотезы движущихся материков. К 1968 году большинство геологов, географов, геофизиков безоговорочно стали мобилистами — сторонниками этой гипотезы. 29 февраля 1972 года прошло общее собрание отделения геологии, геофизики и геохимии Академии наук СССР. На нем была официально «опробирована» новая тектоническая теория земного шара.

Ну, а как осуществляется движение материков? Вся планета покрыта сверху несколькими литосферными плитами, некоторые из которых включают и континенты. Эти плиты непрерывно перемещаются, иногда сталкиваются. По-разному протекают и по-разному заканчиваются такие столкновения.

Если океаническая платформа встречается с материковой, то чаще всего океаническая платформа, более тонкая, подползает под массивную материковую. При этом край материковой платформы как бы соскальзывает с океанической слой осадков, накопившийся на ней за то время, пока она была дном океана.

Если же встречаются две материковые платформы, начинают громоздиться гигантские горные хребты, извергаться вулканы, сотрясать сушу землетрясения, вздымать равнину океанов зловещие цунами.

Получившие «автономию» Лавразия и Гондвана успели довольно далеко отойти друг от друга, так что между ними разлились воды палео-океана Тетис. Прошли сотни миллионов лет. И — новый раскол Гондваны: от нее отделился Африкано-Южноамериканский блок и «отправился» к северу со скоростью в несколько сантиметров в год. Одновременно откололся небольшой кусок Мадагаскара. Это было на границе триасовой и юрской геологических эпох, примерно 190—195 миллионов лет назад.

Снова проходят десятки миллионов лет. Африкано-Южноамериканский блок, отдрейфовавший от праматери Гондваны на добрую тысячу километров, распался на два куска, из которых потом образовались Южная Америка и Африка. Их стало относить друг от друга, чему способств-

вовала интенсивность «расталкивающей» деятельности среднеатлантического хребта.

Мы уже говорили, что образование океана начинается с возникновения глубокого разлома, трещины, по которой из недр планеты просачивается базальтовая лава. Она застывает, раздвигая края трещин, и составляет океанское дно.

Да, все пространство под водой сформировано из молодых базальтовых лавовых пород. В последние годы измерили возраст осколков, отломившихся от океанского дна. Он всегда равен максимум сотни миллионов лет со дня «выхода» из расплава. А ведь возраст океанов не так уж резко должен отличаться от возраста планеты. И можно убежденно называть цифру — миллиарды лет.

Поскольку дно океанов постоянно сменяется молодым, новым, с ним исчезают и осадочные породы, увлекаемые в недра земли вместе с отслужившими свой срок стареющими базальтовыми подложками. Исчезают они там, где дно океана попадает под край материковой плиты. Часть «соскобленных» ею остатков кладет начало горным хребтам. Таковы, например, Кордильеры, протянувшиеся вдоль западного берега Америки.

Впрочем, на дне океана можно найти и точные записи в дневнике планеты. Магнитофонную пленку заменяют базальтовые породы, пробившиеся сквозь разломы, рассекающие на два среднеокеанские хребты. Когда изливается лава в среднеатлантическом хребте, половина ее оказывается на одной стороне трещины, вторая половина — на другой. В момент застывания магнитное поле Земли ставит на нее свою печать. Эта печать свидетельствует о направленности поля. Суть в том, что оно довольно часто — иногда через несколько сотен тысяч лет, иногда через несколько миллионов лет — испытывает так называемые инверсии, изменение знака намагниченности на обратный. Длительность существования односторонней намагниченности уже достаточно хорошо изучена по пробам, взятым на сушу. И поэтому, изучая эти записи, сделанные по обеим сторонам трещины, мы обнаруживаем почти полную симметрию. Кроме того, измеряя ширину зоны односторонней намагниченности и зная число лет ее существования, можем определить скорость, с которой двигалось морское дно. Ну, на какие еще данные мог бы сослаться летописец, записывающий историю нашей планеты?

Вернемся, однако, к тому моменту, когда глубокая трещина разъединила Южную Америку и Африку Атлантическим океаном. Это случилось 135—140 миллионов лет назад. Видимо, в это же время начался дрейф Индостана, который, возможно, откололся от Гондваны значительно раньше, но только в этот момент пришел в движение. Дрейф этого сегодняшнего полуострова Азии шел также в северном направлении. Его также «отталкивала» глубокая трещина. Сразу же вслед за этим разделились Австралия и Новая Зеландия.

Очередное «перераспределение» произошло на границе меловой и третичной эпох — 65—70 миллионов лет назад. Гондвана «потеряла» Австралию и Антарктиду. Австралия двигалась на север и одновременно на восток, но она отставала от Индостана, так как он начал свой путь не-

сколько раньше и быстрее. Антарктида, единственная из всех составляющих Гондвану материков, «поплыла» на юг и заняла, наконец, свое современное положение.

Путешествуя на Север, Индостан столкнулся с Азией. На месте столкновения выросли могучие Гималаи. И с тех пор индонезийский полуостров стал составной частью Азии.

Ученые наметили и некоторые перспективы разломов земной коры. Они рассмотрели в скромном разрезе Красного моря и Аденского залива зародыш будущего океана, который отделит Аравию от Африки. Они значительно точнее измерили и скорости, и направления движения материков.

Африканская плита включает в себя последние остатки древнейшего океана Тетис. Это и есть Средиземное море. Передвигаясь на север, она громоздит впереди горные цепи Альп и в дальнейшем грозит уничтожить Средиземное море, столкнувшись с Европой. Альпы превратятся в гигантское плоскогорье типа Тибета.

С юго-востока по Азиатской платформе готовится нанести сокрушительный удар Австралийская платформа. На месте удара поднимутся грандиознейшие горные хребты.

Будут расти Атлантический и Индийский океаны. Возможно, и Ледовитый. А вот Тихий, видимо, станет уменьшаться. Нет, его среднеокеанические хребты вполне активны, они во вполне достаточном количестве готовят новое океанское дно, но его окружают слишком мощные соседи. Создаваемая им базальтовая основа исчезает под массивным Американским материком, который продолжает наступление на его просторы. А на западе дно уходит под плиту островных дуг и также исчезает в недрах планеты... В общем, пройдет совсем немного времени, всего несколько десятков миллионов лет, ну, в крайнем случае сотня миллионов, и лицо Земли сделается таким же неузнаваемым, таким же не похожим на сегодняшнее, как было в эпоху Гондваны.

И все-таки рассказ о материалах и океанах Земли еще не окончен. Мне кажется, к этому вопросу имеет отношение недавнее открытие, сделанное членом-корреспондентом Академии наук СССР Н. Н. Павловым.

По своей научной профессии Павлов — астроном. Поэтому он имеет дело, в частности, с очень точными измерениями времени. Для того чтобы выявить неточности, неравномерности движения Земли, астрономы в ряде стран используют атомные часы. Павлов сопоставил их показания с января по май 1960 года.

Все точки земного шара в этот период сместились на запад. Что ж, такое бывает: Земля ускорила свое движение; чтобы замечать такие ее вольности, и работают атомные часы. Но оказалось, что сдвиг в разных странах произошел на разные расстояния. Семнадцать служб сверхточного времени в Советском Союзе сдвинулись за пять месяцев всего на 1,2 метра, пять служб Западной Европы — на 2,4, станции Северной Америки — на 9,5, а Японии — на целых 10 метров! Но рекорд поставила станция Чили. Эта страна смешилась уже на 16,4 метра! Мало того, на это ушло всего два месяца — февраль и март. А в апреле Чили снова остановилась.

В мае 1960 года мир был потрясен разразившимся в этой стране катастрофическим землетрясением. Погибли тысячи людей, многие остались без крова. Изменилось очертание береговой линии: местами сушей стало вчерашнее морское дно, местами, наоборот, обжитые твердые участки опустились под воду.

О чем говорит этот подсмотренный советским ученым эпизод из жизни Южной Америки, 140 миллионов лет назад отколовшейся от Африки и с тех пор непрерывно стремящейся на запад? В первую очередь, видимо, о том, что следует еще внимательнее следить за движением земной коры и вообще за состоянием дома, в котором мы все живем — за состоянием нашей планеты. А, во-вторых, о том, что теория движущихся плит очень верна. Ведь, проведи Павлов свои работы несколько раньше, он смог бы предупредить о землетрясении. Сколько человеческих жизней было бы спасено!

ЗЕМЛЕПРОХОДНЫЕ МАШИНЫ

Величайший из научных фантастов Жюль Верн, придумавший «паровой дом» для передвижения по сухе, «Наутилус» для плаваний под водой, «Альбатрос» для полетов по воздуху, ядро колумбиады для экспедиции к Луне, к центру Земли отпустил своих героев пешком, по лабиринту естественно образовавшихся пещер.

Первым дерзнул мечтать о «подземоходе» советский фантаст Гр. Адамов. Его герои отправились в подземное, правда недальне, путешествие на специальной лодке не очень понятной конструкции. Роман об этом путешествии был написан незадолго до 1941 года.

О создании такого снаряда мечтали и инженеры.

В одном из сибирских городов жил эвакуированный в годы войны вместе со своим предприятием инженер Ф. Требелев. Жизнь была трудной, а у Требелева был еще страшно прожорливый иждивенец. Он обитал в большом ящике со стеклянной стенкой, наполовину наполненном землей. Можно было часами смотреть сквозь стеклянную стенку и никого не увидеть. Но стоило положить туда кусочек мяса, как через несколько минут он внезапно исчезал на глазах у зрителей. Требелева это не удивляло: ведь жителем ящика был крот. Учуяv запах мяса, он безошибочно прокапывал под него подземный ход и утаскивал в свое темное царство. Удивляло другое: стремительность, с которой крот мог передвигаться в земле, прорывая каждый раз новый ход. И еще смущала его прожорливость: он съедал за день больше мяса, чем весил сам.

Требелев подолгу следил сквозь стекло за работой крота, заставляя его прорывать все новые ходы. Он понял причину необыкновенной прожорливости животного: работа его была нелегкой и требовала очень больших расходов энергии. Разобрался Требелев и в механизме этой работы... И на большом белом листе ватмана начали возникать первые контуры подземохода — по «принципу крота».

Нет, не удалось построить изобретателю свою лодку такого размера, чтобы можно было путешествовать в ней в недрах Земли. Были созданы



Землепроходный аппарат

только действующие модели. Кстати, основанные на этом принципе устройства иногда применяют для прокладки трубы или кабеля под асфальтом улицы или железнодорожным полотном, чтобы не мешать движению по ним.

А судно для подземного плавания — пока задача будущего. И нет уверенности в том, что оно будет копировать работу крота. Как крылья аэроплана не копируют работы птичьего крыла, как винт судна действует на ином принципе, чем хвост рыбы, так и подземоход не повторит «механизма» крота. Ну, хотя бы потому, что крот приспособился к передвижению лишь в сравнительно мягким верхнем слое почвы, а человеку предстоит спускаться в недра Земли и на десятки, и на сотни, и на тысячи километров...

Какие же эти «иные принципы»? Видны ли они ученым?

Увы, далеко не отчетливо. Путешествие по земным недрам бесконечно сложнее подводного плавания. Для передвижения в сплошной толще, скажем, базальта потребуется огромное количество энергии. Какие аккумуляторы смогут питать двигатели судна в течение длительного времени? А его рабочие органы — они не должны истираться, тупиться, уж не говорю — ломаться, прогрызая путь в сплошном монолите бесконечных скал. Из какого сверхалмаза выточить их лезвия? А теплоизоляция, которая позволит экипажу судна поддерживать нормальную температуру в помещениях, когда снаружи будут раскаленные стены камня, а то и огненное море магмы... А чудовищные давления сдвигаю-

щихся пластов... И еще бесчисленное множество частных вопросов, без которых невозможно создание большого комплекса подземного корабля.

Из общих идей остановимся на одной. На идее судна, которое может «проплавить» тоннель к центру планеты. Предложил эту идею американский ученый У. Адамс.

Нижняя часть судна — атомный реактор, заключенный в кожух из сверхжаростойкого вещества, например вольфрама. Температура, поднимаемая ядерными реакциями, достигает 3000 градусов. При этих температурах плавятся приходящие в соприкосновение с тяжелым вольфрамовым днищем реактора горные породы. Иные из них даже закипают, во всяком случае из них выделяется большое количество газов. Давление этих газов прокачивает расплавленные породы по вольфрамовым трубам за корму судна.

Над реактором — тяжелый, металлический груз. Без него подземоход не тонул бы в создаваемом им лавовом пузыре.

Дно — рабочий орган судна — снабжено вольфрамовыми лезвиями. Их задача — не прогрызать горные породы, хотя они и погружаются, врезаются под тяжестью судна в подстилающую скалу. Их задача состоит в другом. Поскольку вольфрам является значительно лучшим проводником тепла, чем большинство горных пород, потоки тепла как бы перетекают по этим лезвиям в монолит камня и плавят его.

Так вот, проплавляя путь впереди себя, и будет погружаться в недра земли под действием собственной тяжести этот атомный подземоход...

Но вот он достиг расчетной глубины. Что же, он не сможет вернуться назад? Какой же смысл в его путешествии?

Ничего подобного. Автоматические механизмы отцепляют тяжелый металлический груз. Теперь уже вверх направлены тепловые потоки, рождаемые его атомным реактором. И в лавовом озере искусственного вулкана всплывает он на поверхность Земли.

С какой скоростью он будет погружаться в недра планеты и возвращаться оттуда? За какое время сможет пройти земную кору? А погрузиться, скажем, на тысячу километров в мантию?

Это зависит от того, с какими породами ему придется встретиться. А определится это тогда, когда будут произведены более точные расчеты и сооружен этот странный корабль.

Если, конечно, расчеты будут произведены, а корабль построен...



Так или иначе, на таком ли корабле или на другом, но сейчас нам предстоит совершить путешествие к центру Земли. Вслед за героями Жюля Верна, Гр. Адамова, В. Охотникова и Б. Фрадкина. «Пленники пылающей бездны» последнего названного автора, насколько мне известно, первыми в современной научно-фантастической литературе достигли центра планеты, а их корабль первым прошел ее по диаметру от Европы до Австралии... Мы ограничимся лишь половиной их путешествия...

Человеком пройдено пока лишь немногим более одной тысячной это-

го пути! До самого последнего времени глубина скважин редко превышала 5 километров. Был только один рекорд — 7724 метра! О том, что творится дальше, ученые догадывались по косвенным сведениям. А теперь в нашей стране уже начато бурение на 15—18 километров.

Американцы предпринимают попытки осуществить сверхглубокое бурение дна океана.

Что ж? Науке важно знать и строение глубин материка, и устройство океанского ложа.

Полеты космических ракет открыли грандиознейшее образование, принадлежащее нашей планете, — радиационные пояса. Откроет ли что-нибудь столь же неожиданное сверхглубинное бурение?

Да. По всей вероятности.

Итак, совершим путешествие к центру Земли. Проводником нашим будет точное знание и прогнозы ученых.

ГДЕ СЕГОДНЯ ПРОПИСАН САТАНА?

Идея ада и рая — отнюдь не монополия христианской религии. В верованиях древних греков, римлян, семитских народов душа человека после его смерти нисходит в некие безрадостные места, где и влечит скорбное существование. Христианская религия только развila и детализировала эти уже бытовавшие представления. С наибольшей полнотой они нашли свое выражение в знаменитой «Божественной комедии» Данте. Как известно, великий поэт расположил вместилище для вечных мучений грешников в недрах Земли.

И это вовсе не удивительно: творцам первых мифологий подземное царство казалось столь же недосягаемым, как и небесное. И они, конечно, не могли и представить себе, что хрустальный свод будет вдребезги разбит усилиями мысли мудрецов Возрождения, а в нашу эпоху проинзан лучами радиолокаторов и трассами космических аппаратов. Узнавая о новых и новых полетах человека там, где, кроме ангелов, не должно бы быть места никакому существу, многие и многие перестают верить в бога, которому попросту не нашлось места в осваиваемой Вселенной.

Ну, а что случилось за это время с «подземным царством», с прибывающим «духом тьмы» — антибогом, дьяволом, вельзевулом, сатаной? Что знает и чего не знает о внутренних областях Земли современная наука?

Надо признать, мы представляем себе сейчас внутреннее строение Земли несравненно хуже, чем, скажем, нашу планетную систему. Хотя люди достаточно подробно исследовали поверхность планеты, взобрались на высочайшие горы, промерили глубочайшие впадины на дне океана.

Тем не менее «углубляется» человек в недра Земли чрезвычайно медленно: меньше чем на километр за десятилетие — и это в нашем, совершающем техническую революцию двадцатом веке. И, судя по всему, больших перемен в этом вопросе в ближайшее время ожидать не приходится. Вряд ли кто-либо возьмет на себя смелость предсказать, когда

буровая скважина достигнет центра Земли, даже если считать, что пробурить такую скважину принципиально возможно.

Русский ученый Б. Б. Голицын еще в первом десятилетии XX века предложил такой метод — воспользоваться сейсмическими колебаниями, возникающими при землетрясениях. Пройдя сквозь толщу Земли, не раз отразившись и преломившись при переходах из одних пород в другие, в сильно ослабленном виде они снова выходят на поверхность. Здесь их обнаруживают чуткие приборы — сейсмографы и записывают на бумажную ленту. Анализируя эти записи, специалисты могут не только определить, где именно, в каком месте земного шара было землетрясение, но и ответить на вопрос, через какие слои прошли колебания, прежде чем их зафиксировали сейсмографы.

Сейсмические колебания бывают двух видов. Возьмите несколько шашек и поставьте на доске, прислонив одну к другой, а затем резко ударьте по крайней шашке. Последняя шашка при этом отскочит на большое расстояние, словно удар был нанесен именно по ней. Суть дела в том, что упругая волна, возникшая вследствие удара, цепь последовательных сжатий и разжатий вещества, прокатилась через весь ряд шашек. Такие волны — они подобны звуковым — называются продольными. О поперечных волнах дают представление колебания ученической линейки, если один конец ее прижат к столу стопкой книг, а на другой вы нажали рукой. При любом землетрясении возникают колебания обоих видов. Они имеют различные скорости распространения в разных горных породах, по-разному преломляются и отражаются при переходах из одних участков в другие. Так, к примеру, продольные колебания могут распространяться и в твердой, и в жидкой, и в газообразной средах. А поперечные колебания — только в твердой среде. Ни жидкости, ни газы поперечных колебаний не пропускают.

Б. Б. Голицын писал: «Можно уподобить всякое землетрясение фонарию, который зажигается на короткое время и освещает нам внутренность Земли, помогая тем самым рассмотреть то, что там происходит».

Прежде всего с помощью сейсмографов удалось установить концентрическое строение недр. Самая верхняя зона, на которой лежат моря, океаны, горы и развивается жизнь, называется земной корой. Ее толщина на континентах равна 30—60 километрам. Под океанским дном мощность земной коры еще меньше: всего 5—10 километров. Следует сказать, что термин «земная кора» остался в науке еще с тех времен, когда считали, что вся наша планета под твердой поверхностью состоит из расплавленных горных пород, из того огненного солнечного вещества, что послужило материалом, для образования всех небесных тел нашей Галактики. И хотя сегодня гипотеза происхождения Земли из огненного расплава навсегда отвергнута, термин «земная кора» сохранился.

Впрочем, и земная кора подразделяется на несколько слоев. Самый верхний — осадочные породы. Это те глины, песчаники, известняки, о происхождении которых мы знаем еще из школьных учебников. Большая часть европейской части СССР имеет толщину осадочных пород около трех километров. На Кольском полуострове они значительно тоньше, а на Апшеронском полуострове — значительно толще. Осадочные породы

очень важны для человеческой культуры: в них содержатся залежи многих полезных ископаемых.

Под этим слоем лежит гранитный слой. Граниты издавна считали чисто магматическими породами. Но в последние десятилетия участились находки в гранитах окаменевших остатков организмов. Каждому очевидно: в расплавленной лаве не могло быть ни морских раковин, ни семян растений. Значит, по меньшей мере не все граниты произошли из расплавленной лавы. И действительно, специальные опыты показали, что гранитные породы могут быть получены путем приложения очень больших давлений, без дополнительного воздействия температур, из глинистого песка. Происхождение гранитного слоя — одна из современных загадок геофизики.

За ним следует слой базальтов, также считавшихся до недавнего прошлого чисто магматическими породами. От гранитов их отличает химический состав: граниты содержат много кремниевой кислоты и потому называются кислыми, базальты содержат кислоты значительно меньше и потому называются основными. Раздел между гранитами и базальтами получил имя немецкого ученого Конрада, а нижняя поверхность земной коры, где кончаются базальты и начинается следующая зона — мантия — имя югославского ученого Мохоровичича. Пройдя «слой Мохо», сейсмические волны сразу увеличивают скорость распространения на один-два километра в секунду.

Мантия — самая мощная из земных зон. Она простирается до глубины в 2900 километров, в ее состав входит около 70 процентов всей массы земного шара. В мантии скорость сейсмических волн то растет, то замедляется, и это позволяет выделить в ней целый ряд разделов.

Верхний слой — подкорковый — охватывает глубину около ста километров. Этот слой играет большую роль в жизни Земли. В нем располагаются своеобразные подземные озера расплавленной лавы, питающие вулканы. В нем локализуются в большинстве своем те напряжения, которые приводят к значительным сдвигам, а следовательно, и к землетрясениям на поверхности.

Под подкорковым слоем — неоравненно более спокойный слой Гутенберга, немецкого геофизика, первым разработавшего излагаемую нами схему строения Земли.

До глубины примерно 400 километров идет слой, не имеющий определенного названия.

Дальше — мощный слой толщиной около 400 километров, носящий имя академика Голицына. Здесь расположены очаги глубокофокусных землетрясений. Ученые полагают, что при давлениях, господствующих в этом слое — порядка 100 тысяч атмосфер, — вдавливаются внешние электронные оболочки атомов, электроны переходят на более глубокие орбиты. При этом возможно взрывное выделение больших количеств энергии.

Под слоем Голицына находится последний слой верхней мантии — также около 400 километров. Не в пример предыдущему, он отличается абсолютным покойем.

Затем — нижняя мантия.

Внутри мантии заключено ядро Земли диаметром 5940 километров. В глубине его удается прощупать еще один раздел, отделяющий так называемое ядрышко диаметром не более 3000 километров. Скорость сейсмических волн, возрастающая в пределах мантии до 13,6 километра в секунду, на границе ядра резко падает до 8,1. Поперечные волны на этой границе останавливаются вообще, а они прекращают свое существование в жидкостях и газах. Так, может быть, ядро Земли — жидкое?

О том, что представляют собой вещества в ядре и ядрышке, ученые спорят на протяжении всего XX века. Мы помним: прежде считали, что внутренность планеты хранит в себе неостывший жар огненного сгустка, из которого она когда-то сформировалась. И не было сомнений: в центре планеты — температуры в тысячи градусов, давление — около трех миллионов атмосфер и жидкое состояние вещества. Но потом была выдвинута мысль о насквозь промороженном ядре, имеющем температуру, близкую к абсолютному нулю. Известно, что при таких температурах в некоторых веществах возникает явление сверхтекучести. Не этим ли объясняется затухание поперечных колебаний? Впрочем, мы слишком плохо представляем себе свойства вещества под давлением в три миллиона атмосфер. При этом, конечно, должны играть большую роль процессы, связанные со строением электронных оболочек, а может быть, и со строением атомных ядер.

Читатели не раз упрекали меня, что, рассказывая о современных загадках мироздания, я все время останавливаюсь на вопросах, которые в той или иной части решены и требуют лишь «уточнения деталей». Сегодняшний разговор не дает и тени повода для подобных упреков: нам не известно о внутреннем строении Земли почти ничего, кроме того, что изложено выше. И только «отдельные детали» начинают уточняться. К их числу относится слой Мохоровичича.

Слой этот, в сущности, совсем не далек: 30—40 километров отделяют нас от верхней его границы. А от дна океана до него всего 5—6 километров. Что там происходит? Почему так резко увеличивается скорость сейсмических колебаний? Что отличает известные нам базальтовые породы от таинственных пород подкоркового слоя мантии?

Раньше думали, что бур, достигший мантии, будет с силой выброшен из скважины и следом наружу рванется неистовая огненная магма. Сейчас, когда пришли к заключению, что основная часть вещества мантии находится в твердом состоянии, мечты о рукотворном вулкане угасли. Но пробиться к мантии, пробурить к ней хотя бы скважину — эта задача осталась мечтой геофизиков XX века, как мечтой космонавтов осталось высадиться на Марсе, мечтой энергетиков — покорить дейтериевую плазму, мечтой биологов — искусственно вырастить живое существо.

Не так уж долго, наверное, придется ждать первых образцов из «слоя Мохо» и подкоркового слоя. Впереди алмазных буров спешит анализирующая мысль ученых. Недавно доктор химических наук С. М. Григорьев издал книгу «Роль воды в образовании земной коры». Без преувеличения можно сказать, что эта книга произвела переворот в понимании многих и многих процессов геофизики.

По Григорьеву, первостепенную роль в механизме «слоя Мохо» играет

вода. Струйки ее по узким трещинкам в сплошных породах, по извилистым ходам между песчинками просачиваются сквозь пласти все глубже и глубже. И чем глубже оказываются они, тем большее давление воздействует на воду, тем выше становится и температура окружающих пород. При 200—300 градусах вода приобретает свойства сильнейшей кислоты и растворяет многие вещества в породах, сквозь которые просачивается. Образовавшийся крепкий раствор имеет более высокую критическую температуру, чем чистая вода, около 400—450 градусов. И вода превращается в пар при любом давлении.

Пар стремится расширяться и подняться вверх, в более прохладные слои. Там он охлаждается и конденсируется, вновь переходит в воду, снова начинает растворять окружающие породы и просачиваться вниз, в нагретые слои. Движение это — вниз вода с растворенными в ней веществами, вверх пар — очень медленно, зато непрерывно. И в результате ниже «поверхности Мохо» оказывается слой, уплотненный принесенными водой солями, а выше — состоящий из ослабленных, пронизанных трещинами пород, откуда унесены многие легко растворимые вещества.

И, разумеется, ни в «слое Мохо», ни под ним ученые не смогли найти никаких признаков ада. «геенны огненной» и прочих загробных концлагерей для заблудших душ с печами, крюками и сatanой...

7

ГЛАВА



НООСФЕРА

Наша планета прекрасна! — сказал человек, первым взглянувший на нее со стороны.

— Наша планета удивительна! — скажет когда-нибудь другой человек, в памяти которого будут запечатлены пейзажи десятков планет не только нашей Солнечной системы. И он, безусловно, будет прав. Он разложит перед собой фотографии других миров — острые изломы скал и россыпи камней, песчаные пустыни, над которыми вихри на много километров вверх поднимают тучи мельчайшей пыли, бесконечные бело-голубые равнины не тающих никогда льдов... И рядом положит фотографию скромной берески, качающей ветвями под ласковым порывом ветра. Впрочем, на этой фотографии может быть не береска, а тропическая пальма или полярная сосна, опущенная белыми хлопьями снега. Но и там, и там, и там будет жизнь. Она и делает нашу планету удивительной среди бесчисленных других миров. И делает удивительной не только пейзажами материков, но и строением ее коры, вплоть до базальтовых ее оснований, составом ее атмосферы, может быть, составом теряющего ею в космическом пространстве газа, того, что академик В. Н. Вернадский поэтично назвал «дыханием Земли».

Вернадский считал, что жизнь существовала на Земле всегда. Сегодня нам ближе представление, что она царствует примерно три последних миллиарда лет. Но ведь даже для гения всегда есть границы современного ему знания! И еще мы почти убежденно знаем: даже те планеты, которые Вернадский считал наверняка «обитаемыми» — Венера и Марс, — по всей вероятности, начисто мертвы. Но прав он был в другом: действительно, за последние два-три миллиарда лет земная кора, или, точнее, ее вещество, формировалась почти всегда при большем или меньшем участии вещества живого. Мало того, именно его наличие определяло миграцию многих элементов в земной коре.

Вспомните поистине вездесущие известняки. Их пласти достигают весьма значительной толщины. А возникли они из скорлупок ракушек, упавших на дно моря, которое было их домом. Состоит известняк из кальция, углерода и кислорода. Невозможно представить, сколько этих веществ связано там в прочных молекулах углекислого кальция! А ведь когда-то этот кальций входил в состав вод древнего моря, а углерод — в состав земной атмосферы. Значит, ценой своей жизни и смерти древние обитатели морей очистили земную атмосферу и понизили засоленность вод.

Вспомните каменный уголь — его еще и ныне нередко называют хлебом промышленности. Вспомните горячие сланцы, торф, нефть — они тоже еще являются основой современной цивилизации. А ведь и у них биогенное происхождение. И они унесли из атмосферы избытки окиси углерода и углекислого газа.

Вспомните другие полезные ископаемые — мрамор и мел, железо и алюминий...

Вместе с тем не следует забывать и о другом. Живое вещество тонкой пленкой покрывает всю поверхность Земли. И принимает на себя лавину обрушающегося на нее излучения. Мертвые, лишенные жизни планеты отражают эту лавину, а если и нагреваются, то, погрузившись

в тень, почти мгновенно остывают. Живое же вещество Земли собирало и сохраняло горячие потоки лучей, исторгавшихся юным Солнцем, для того чтобы щедро отдать его людям, обеспечив несколько столетий развития культуры,— те несколько столетий, которые лежат между изобретением паровой машины и широким применением атомной и термоядерной энергии.

И сегодня в разных уголках земного шара вершатся те же процессы: где-то отлагаются трупики мельчайших, но бесчисленных организмов, накапливающих в своих телах те или иные редкие и рассеянные элементы; где-то новые и новые поколения болотных растений ложатся друг на друга, закрывая зыбкой торфяной поверхностью степное озеро; где-то продолжают расти коралловые рифы, острова и атоллы, шумят под ветром тайга. И все это происходит стихийно, неосмысленно. В истории известны случаи, когда, например, тропические ливни смывали плодородную почву и оставалась голая, безжизненная скала.

Но на нашей планете все большую роль начинает играть обдуманная деятельность человека. Она приобретает масштабы, которые не только становятся сравнимыми со стихийными действиями природы, но иногда и неизмеримо превосходят ее.

Землепашцы ежегодно переворачивают поверхностный слой Земли,



Атолл — творение живых существ, коралловых полипов

засеивают гигантские пространства избранными видами растений, вносят в почву огромные количества разнообразных удобрений, уничтожают вредителей губительными ядами. Разве не влияют на химию необозримых регионов планеты те миллионы тонн минеральных удобрений, которыерабатываются ежегодно?

Академик Вернадский писал, что металлическое железо является большой редкостью среди природных творений, а ныне промышленность выпускает его миллионами тонн. Такими же мерами измеряется производство чистого алюминия, меди, никеля и некоторых других металлов. Сотнями миллионов тонн добывается уголь, нефть, горючие сланцы...

Деятельность человека приобрела в последнее время столь всеохватывающий характер, что даже побочные ее следствия нередко отзываются на благополучии всего земного шара. Выбросы нефтяных отходов грозят отравить Мировой океан. Могучие реки, питавшие совсем недавно многие страны и народы, сейчас заражены так, что нельзя напиться из их мутных и мыльных струй. Ядовитые газы автомобильных выхлопов «убивают» атмосферу в разных городах мира.

Ну, а что могло бы быть, если бы человечество поставило перед собой задачу сделать непригодной для жизни нашу планету? О, оно легко смогло бы достичь цели. Если бы были взорваны лишь те атомные бомбы, которые пока еще тихо лежат в хранилищах, на Земле погибли бы не только люди — погибли животные, насекомые, рыбы, деревья, кустарники, травы. Она превратилась бы в пустыню практически без любых форм жизни.

Можно сказать, что в биосфере на первое место, как новая сила, вышел человек. Вот почему Вернадский ввел в науку свой термин — «ноосфера» (от слова «ноос», что по-гречески означает «разум»). Она создается стихийно, но с участием человечества, развитие которого ученыи рассматривает как очередной этап в планетном процессе эволюции живого вещества. Как и любое существо, рожденное биосферой, человек не может жить вне ее. И даже начав эпоху межпланетных путешествий, люди обязательно будут брать с собой частицы биосферы. Это и газы воздуха — для дыхания, и плоды земных растений и животных — для питания, и земные ткани — для одежд. А если люди решат основать свои поселения на других небесных телах, то они будут вынуждены или обеспечивать непрерывную связь между мирами, или создавать там участки земной биосферы, строя оранжереи, птичники или питомники для скота...

Сегодня ноосфера таит в себе неисчислимое количество тайн и загадок. Однако вторжение и в эту область развивается в последние годы особенно успешно. Наиболее важно одно из направлений этого вторжения — генетика. Она обещает столько новых идей, возможностей, что было неверно обойти ее молчанием.

Трудно определить границы ноосферы, к тому же они непрерывно изменяются. Растут глубины шахт, из которых добывают уголь, еще быстрее растет глубина пробуренных скважин, по которым выкачивают нефть и газ. Все дальше улетают и космические аппараты, а иные из них приносят на соседние планеты и оставляют на их поверхностях клочки зем-

ных веществ, доносят и туда дыхание ноосферы... Так где же, наконец, ее предел? На уровне базальтового слоя в земных недрах? На почве ближайших соседей Земли — Венеры и Марса? А где он будет завтра?

И все-таки есть хотя бы одна неподвижная величина, правда, не в пространстве, а во времени. Это границы начал. Одна — появления живого на нашей планете, вторая — появления разума.

У ИСТОКОВ ЖИЗНИ

Когда возникла на Земле жизнь? Это очень нелегкий вопрос. Ясно одно: на протяжении многих тысяч веков Земля была «безвидна и пуста». И только потом появились в теплых мелководных заливах первые живые создания — сначала одноклеточные, а спустя новые тысячелетия простейшие многоклеточные. Дальше дело в свои руки взял естественный отбор.

О том, как развитие живого мира привело к появлению человека, написано много книг. Значительно меньше известно о самом первом этапе, о том пути, который вел от первых химических соединений к первой живой клетке.

Правда, ученые достаточно уверенно называют несколько цифр: во-первых, возраст земной коры, оцениваемый примерно в 4,5 миллиарда лет. Во-вторых, возраст наиболее древних геологических формаций, в творении которых принимали участие микроорганизмы: например, железные руды биогенного происхождения имеют «за плечами» три с лишним миллиарда лет. Разность двух этих величин составляет полтора миллиарда. Точнее ответить на вопрос, когда возникла жизнь на Земле, мы сегодня не можем. Это провал в наших знаниях, это неисследованная область, сквозь которую прокладываются лишь пунктирные тропки.

Второй вопрос — как возникла жизнь — был поставлен очень давно, еще в Древней Греции. И ответ на него казался тогда почти очевидным, но тем не менее был абсолютно неверным. Ученые тогда считали, что многие, если не все, животные, рыбы, птицы в случае, если создаются подходящие условия, самозарождаются. Было даже распространено множество рецептов такого «самозарождения». «Убей молодого тельца ударом по голове, закопай в стоячем положении рогами наружу и оставь так на месяц. Затем спили рога — и из них вылетит пчелиный рой». Или: «Большой кувшин наполните до половины гниющим зерном. Заткните его грязным бельем. По запаху, примерно через 21 день, вы почувствуете появление мышей». В это верили все без исключения: в истоке лежала убежденность великого Аристотеля, что различные животные самозарождаются всякий раз, когда «мокрое тело становится сухим и, наоборот, сухое — мокрым».

Восемнадцатый век подорвал веру в древние рецепты — все они были проверены опытом. И оказалось: лягушки и мыши всегда имеют родителей. Даже микроорганизмы, сравнительно незадолго до этого открытые голландцем Антони Левенгуком, — такая вроде бы невидимая глазом «мелочь» — и те рождаются только от подобных себе. Церковь тор-

жествовала: не следует ли отсюда, что все разнообразие живых существ — от бога? Впрочем, торжествовала она преждевременно, ибо уже в XIX веке Чарльз Дарвин создал свою теорию эволюции. Стало понятно почти все, кроме одного: а где же начало цепи живого? Постепенно ученые догадались, что растения появились раньше животных, что воды морей оказались заселенными раньше просторов суши, что земноводные предшествовали млекопитающим, рыбы — земноводным, морские черви — рыбам, а червям и всем другим — одноклеточные существа. Нижнюю ступеньку лестницы эволюции занимала клетка. Ну, а как образовалась первая клетка?

В начале 20-х годов нашего века академик А. И. Опарин разработал первую материалистическую гипотезу происхождения жизни на Земле. По его предположению, она начиналась в виде белковоподобных соединений, затем коллоидных систем — «коацерватов» — и, наконец, в виде первичных живых тел, подобных клеткам. Все эти процессы шли в неглубоких океанских лагунах — в их воде были растворены разнообразнейшие вещества, они были пронизаны солнечными лучами, над ними гремели частые грозы. Теория Опарина, которую он много десятилетий дополнял все новыми данными, была благожелательно принята учеными во всех странах мира. И она действительно давала очень убедительную картину, но только до определенного уровня наших знаний о строении клетки.

В первой половине XX века думали, что устройство клетки предельно просто. Примером служила обыкновенная амеба. Оптический микроскоп позволял рассмотреть в ней тонкую оболочку, нечто вроде мешка, наполненного полужидкой, студнеобразной цитоплазмой — бесструктурным, как тогда казалось, веществом; в нем плавало крохотное ядро. Но когда в глубины клетки устремил внимательный взгляд электронный микроскоп, когда в цитологию пришли другие новейшие методы анализа, стало ясно: «простейшая» клетка несравненно сложнее любой из сконструированных людьми машин, сложнее грандиозного промышленного комбината.

Вот несколько сравнений, которые позволяют составить представление о сложности строения клетки. В состав ее «комбината» входит около десяти тысяч рибосом — своеобразных « заводов» и «фабрик», выпускающих такое же количество «изделий» — видов белка. И среди этих видов белка есть такие, которые насчитывают сотни и даже тысячи отдельных звеньев-аминокислот. Работают «комбинаты» с видной скоростью: каждая рибосома производит новую молекулу белка примерно раз в секунду. И ошибки в соединении тысяч аминокислот в молекулу не должно быть ни одной.

Управление всеми « заводами» и «фабриками» клетки осуществляется по своеобразным «перфокартам» — молекулам дезоксирибонуклеиновой кислоты. Это огромные лентоподобные молекулы, состоящие из особого вида азотистых оснований, расположенных в строго определенной последовательности. Много ли «команд» — сведений о составе того или иного белка — может быть записано в «перфокартах» ДНК? В клетках человека эти молекулы содержат, к примеру, три миллиарда оснований.

Если приравнять каждое основание по своей значимости к одной букве русского алфавита, то придется сделать вывод, что в одной-единственной клетке заключены сведения, которые можно уложить лишь в несколько десятков тысяч томов Большой советской энциклопедии. Не правда ли, весьма внушительный объем информации?

При этом каждая клетка каждые несколько часов делится на две. И каждая новая клетка обладает полным набором дезоксирибонуклеиновых кислот. Значит, ДНК тоже должны быть получены в самой клетке. Какой из придуманных человеком механизмов и агрегатов способен воспроизводить себя бесконечное число раз, к тому же почти не ошибаясь?!

Как же возникло это сложнейшее образование — клетка? Случайно? Ведь у природы в распоряжении было множество лет и тысячелетий, самые разнообразные комплекты растворенных и взвешенных в воде веществ — где-нибудь, когда-нибудь и свершилось... Но тут в спор вмешались математики, проверившие методами своей науки гипотезу случайного возникновения клетки из «хаоса». И доказали, что теория вероятности подобной случайности решительно не допускает. Даже если считать, что у каждой звезды нашей Галактики по десять планет, вся поверхность которых покрыта жизнетворящим бульоном, то и тогда математическая вероятность появления живых клеток останется бесконечно малой. Эта гипотеза, как и старинная гипотеза самозарождения жизни, к истине не ведет.

В последние годы появились новые идеи, которые помогают преодолеть гигантскую пропасть, отделяющую неживую природу от «простейших» одноклеточных организмов.

Итак, вначале была морская вода. Ученые согласны с тем, что вода — единственная подходящая жидкость: она обладает высокой диэлектрической проницаемостью (именно это определяет ее способность быть отличным растворителем), высокой химической активностью и к тому же амфотерна, то есть одинаково взаимодействует как с кислотами, так и со щелочами. Доктор химических наук Ю. Фиалков сделал попытку проанализировать возможность и других жидкостей породить клетку и очень хорошо показал, что жизнь, основывающаяся на фтороводороде и прочих экзотических растворах, безраздельно принадлежит к ведомству фантастики.

В воде были растворены в первую очередь газы атмосферы. Анализ атмосфер планет, лишенных жизни (ибо наша сегодняшняя атмосфера в значительной степени обязана своим составом живой природе) свидетельствует, что этими газами должны были быть метан, аммиак, окись углерода, углекислый газ и т. д. Кроме того, в воде могли быть растворены и многие другие вещества и элементы; в ней существовал весьма широкий диапазон температур — вплоть до критической, когда вода уже превращается в пар при любом давлении, например, на дне океана. Не следует забывать также об извержениях подводных вулканов — явлении весьма обычном не только три-четыре миллиарда лет назад, но и в наши дни. Из внешних факторов мы, пожалуй, не упомянули еще мощного ультрафиолетового излучения — первобытная атмосфера, видимо, не за-

щищала от него планету так, как теперь, — и постоянных ударов молний, насыщающих ее электричеством.

Опыты показали, что из названных веществ при воздействии перечисленных факторов удается создать по существу все аминокислоты, входящие в состав белков. Первую получил около двадцати лет назад американский ученый С. Миллер. Затем в эту работу включились советские биохимики Т. Павловский, А. Пасынский, испанский ученый Д. Оро, соотечественники Миллера Д. Фокс и С. Паннамперума. И к настоящему времени не осталось ни одного биологически важного мономера, который не был бы воспроизведен. Уже одно это отчетливо говорит, что условия, в которых началось зарождение жизни, были представлены и промоделированы достаточно точно.

Удалось найти и условия, при которых полученные мономеры слагаются в цепи полимеров. Эти полимеры можно бы уже назвать белками, если бы белки не отличало определенное чередование мономеров. Те же мономеры, которые «изготавливают» в проводимых опытах, имеют беспорядочную структуру. Но именно так и должно было быть: из огромного количества непрерывно рождающихся полимеров естественный «химический» отбор должен был сохранить именно те молекулы, которые могли доказать свои преимущества в борьбе за жизнь.

Но как еще велик путь от первых полимерных цепей к первой клетке! Впрочем, и здесь уже началось строительство прямой дороги. Наиболее четко и последовательно ее прокладывает немецкий физик, лауреат Нобелевской премии Манфред Эйген. В 1971 году он опубликовал статью «Самоорганизация материи в эволюции биологических молекул». Эта статья была тут же переведена на многие языки, в том числе и на русский. Вот что говорит Эйген о процессе «химической эволюции», которая, судя по всему, должна была предшествовать эволюции биологической, начинаящейся с клетки.

Предположим, мы имеем дело с неким первичным бульоном, в котором из химических мономеров возникают и распадаются макромолекулярные цепи. Появляются нуклеиновые кислоты, построенные из четырех разновидностей нуклеотидов, и белковые молекулы, состоящие из двадцати сортов аминокислот. И те и другие имеют возможность «размножаться», то есть создавать подобные себе полимерные молекулы, которые в определенных условиях могут отсоединяться и «зажить собственной жизнью». При этом Эйген оговаривает две особенности подобного процесса.

Во-первых, при матрицировании молекул неизбежно случаются ошибки: у отделившейся молекулы иная последовательность мономеров, нежели у матричной, то есть происходит своеобразная «химическая мутация». И наилучшие шансы у тех «мутаций», которые отличаются максимальной скоростью размножения и минимальной скоростью распада на мономеры. Да и вообще существовать способны лишь те молекулы, скорость копирования которых больше, чем скорость распада.

Во-вторых, сосуд с первичным бульоном ограничен в объеме. Это означает, что между молекулами идет некое «соперничество». Далеко не все они могут размножаться, ибо нет постоянного изобилия мономе-

ров. Приходится ждать, пока от них «избавятся» распадающиеся молекулы. А когда появляются свободные мономеры, преимущественно, естественно, оказывается на стороне тех молекул, которые обладают большей скоростью размножения. И в нашем «бульоне» начинаются процессы «дебиологической» эволюции, «естественного химического» отбора, главным критерием которого становится введенная Эйгеном величина «ценности информации». Она характеризует скорость, с которой та или иная цепь-молекула осуществляет процесс размножения. Расчеты показывают, что молекулы, обладающие наибольшей информационной ценностью, очень скоро займут господствующее положение.

Конечно, эволюцию биологических макромолекул от возникновения первой клетки отделяет еще целая бездна. И работа Эйгена — только первый пролет моста, который предстоит перекинуть с одного берега на другой. А вот что говорит член-корреспондент Академии наук СССР М. В. Волькенштейн: «Мы еще далеки от подлинного объяснения происхождения и развития жизни, и теория Эйгена не решает все эти проблемы. Однако сделан решительный шаг по пути, ведущему к их решению».

Да, пропасть между живым и мертвым осталась. Но насколько она стала уже! И, самое главное, уже нет сомнений, что через нее перейдут в ближайшем будущем.

Путешествие к моменту рождения разума на нашей планете — не столь дальнее. Не миллиарды лет, а всего сотни тысяч и немногие миллионы предстоит нам преодолеть. Но вопрос о происхождении разума вряд ли окажется более ясным, чем вопрос о происхождении жизни.

КТО БЫЛ ПЕРВЫЙ АДАМ?

О человеке Библия повествует весьма запутанно и противоречиво. Сначала она лаконично сообщает: «створил бог человека... мужчину и женщину створил он». Но переверните страницу и во второй главе вы прочтете о том, как «создал господь бог из ребра, взятого у человека, жену и привел ее к человеку». И этот наивный рассказ безоговорочно принимался верующими.

В 1871 году Чарльз Дарвин выпустил книгу «Происхождение человека». Счастье его, что времена, когда по приговору церкви можно было сжечь «еретика», уже миновали. Впрочем, будь у церкви в распоряжении те же средства, что и в эпоху Джордано布鲁но и Галилея, Дарвин не дожил бы до выхода своей работы. Он бы погиб на костре на десяток лет раньше, сразу же после публикации «Происхождения видов». Ведь там утверждалась мысль об изменчивости видов животных и растений, о происхождении одних видов от других. А это коренным образом противоречит утверждению Библии: «И создал бог зверей земных по роду их, и скот по роду его и всех гадов земных по роду их...» Таким образом, Дарвин минимум дважды заслужил «смерти без пролития крови». Не удивительно, что борьба церковников против гениального английского ученого не завершилась и поныне.

Дарвин утвердил мысль о происхождении человека от обезьяны. Он утверждал, что человек и человекообразные обезьяны находятся в генетическом родстве. Это была в значительной мере гипотеза, ибо тогда не были известны промежуточные звенья. По какой-то «злой случайности» на Земле не осталось ни начавших говорить обезьян, ни начавших делать примитивные орудия полулюдей. В общем, лестница, по которой будущий человек поднимался из мира животных, была построена лишь умозрительно.

Правда, на земном шаре были и есть до сих пор отсталые племена, находящиеся на уровне каменного века, но совсем не по органической недостатке умственных способностей. Представители самых отсталых племен, оканчивая соответствующие учебные заведения, прекрасно решают дифференциальные уравнения. Все человечество, независимо от цвета кожи, формы носа и других особенностей, обладает в среднем одинаковым объемом мозга — порядка 1400 кубических сантиметров. У человекообразных же обезьян объем мозга не превосходит 600 кубических сантиметров. Конечно, объем мозга еще не определяет умственных способностей его владельца. Но речь сейчас о другом: на Земле не сохранилось человекообразных существ, средний объем мозга которых был бы равен 800, 1000 кубическим сантиметрам. Живи где-нибудь такие существа, люди смогли бы многое узнать о том, как шло очеловечивание обезьяны, как появилась речь, как развивалась рука, без которой не увеличивался бы дальше и сам мозг. Вот почему с таким волнением отнеслись ученые к поискам «снежного человека» — предположительного звена соединяющей цепи. Но «снежного человека» найти не удалось и, видимо, не удастся. Придется уж обойтись без него.

Первую находку, подтверждающую идею Дарвина, сделал голландский ученый Эжен Дюбуа в 1891—1893 годах на острове Ява. Дюбуа откопал нижнюю челюсть, черепную крышку и бедренную кость существа, которое не было ни человеком, ни обезьяной. Объем черепа у него составлял 900 кубических сантиметров — как раз столько, сколько должно было бы иметь «промежуточное звено». И имя для этого существа придумал еще в 1866 году Эрнст Геккель, один из крупнейших естествоиспытателей XIX века: «питекантропус алалус», что в переводе означает «обезьяно-человек, не обладающий речью». Так его называют и сегодня — питекантроп, только фамильярно опускают латинское окончание и второе слово. А чтобы отличить питекантропа Дюбуа от других представителей того же вида, найденных позже, ему присвоили наименование «питекантроп-1».

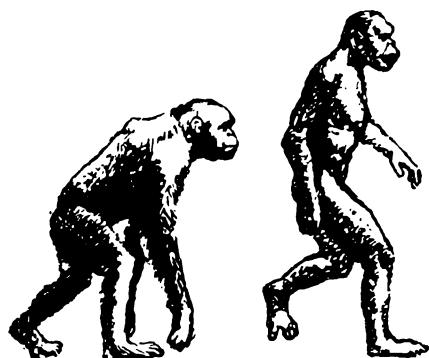
Но одна находка еще не заполняла собой пробел между обезьяной и человеком — ученые потребовали новых «недостающих звеньев». Они отказывались верить и свидетельству «питекантропа-1»: единичный череп мог принадлежать уроду, выродку. Поиски продолжались в течение многих десятилетий XX века, главным образом в Африке. В 1924 году Раймонд Дарт нашел череп обезьяны, наделенной некоторыми человеческими чертами, и нарек ее австралопитеком («южная обезьяна»). В тридцатых годах раскопки вел там же, в Южной Африке, Роберт Брум. И нако-



нец, большая группа открытий связана с именами супругов Луиса и Мэри Лики.

Общая картина происхождения человека рисуется сегодня приблизительно так. Когда-то, более двух миллионов лет назад, на знойной земле Африки появилось стадо или стада продантропов, или австралопитеков,— предлюдей. Они были невелики ростом и не сильны, но ходили на двух ногах, тем самым освободив руку, в которой приучались держать орудие— камень или палку. У них был еще очень небольшой мозг— около 500 кубических сантиметров, но под влиянием зачатков труда он постепенно рос. Через несколько сотен тысяч лет в Африке обитало стадо предлюдей, имеющих объем черепа в 700 кубических сантиметров и очень развитые руки. За это Луис Лики, впервые обнаруживший такого «обитателя» в 1960 году, назвал его «человеком умевшим». Как все-таки удивительно зорко видел суть вещей Фридрих Энгельс, почти сто лет назад подчеркивавший роль руки и труда в процессе очеловечивания обезьяны!

Начиная с питекантропа обезьяноподобные предки, видимо, поднимаются по лестнице эволюции на новую ступень— превращаются в первобытное человечество.



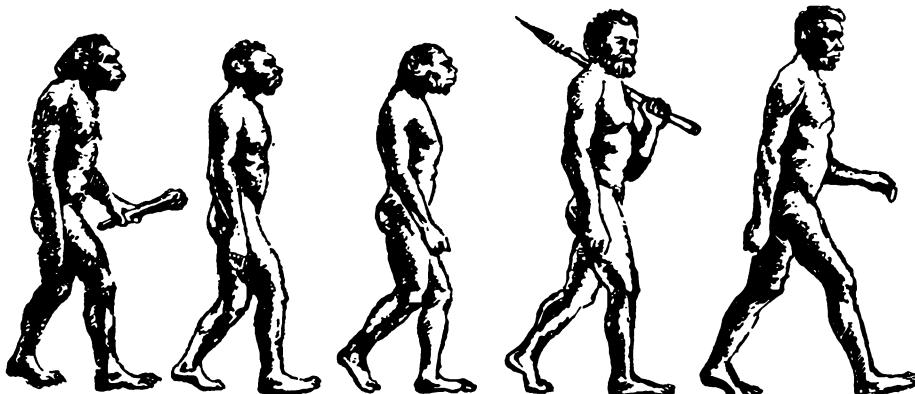
Долгий путь к человеку

ское племя. Надо сказать, что к настоящему времени питекантропы найдены не только на Яве, но и во многих других местах, в том числе и в Африке. Не раз предпринимались попытки различными способами определить их возраст. И хотя не все определения четко совпадают друг с другом, ответ известен уже достаточно хорошо: питекантропы жили 600—700 тысяч лет назад. Вероятно, они были первыми существами, начавшими овладевать речью.

К питекантропам примыкает синантроп — «китайский человек». Большая коллекция синантропов была собрана перед второй мировой войной в Китае, но потом она пропала. Уцелели только фотографии. Синантропы селились в пещерах, где неугасимо горел огонь, зажженный однажды ударом молнии: по всей вероятности, они умели его поддерживать, но не умели добывать. Жили они около 400 тысяч лет назад — на четверть миллиона лет позже классических питекантропов.

Примерно двести тысяч лет назад планета перешла во власть неандертальцев. Их останки весьма многочисленны — почти во всей Европе, в Азии, Африке. Кстати, первые находки были сделаны еще до Дюбуа и даже до теории Дарвина, в середине прошлого века, но прошли незамеченными. Как часто проходит в науке незамеченным то, чего люди еще не могут объяснить!

Классический неандертальец был сравнительно небольшого роста — 155 сантиметров, широкоплечий, имел тяжелые, массивные кости. Мозг — около 2600 кубических сантиметров, даже больше, чем у наших современников. Голова его отличалась убегающим назад покатым лбом, широкими ноздрями, надглазными валиками, меньшими, чем у синантропа, но все же достаточно развитыми. Неандертальец жил в пещерах, отапливаемых щедрым огнем костра, изготавлял орудия труда и оружие, ходил не очень прямо. Он был силен, расчетливо смел и по-своему очень умен; он дерзал охотиться на современных ему гигантов, вплоть до мамонта. Это был безусловно достойный кандидат в прадеды современному человеку. Но...



Но его судьба оказалась чрезвычайно сложной и запутанной. И чем больше накапливалось сведений, тем неразрешимее становилась загадка. Судите сами. Мы говорили, что неандертальцы появились 200 тысяч лет назад. Но эти древние неандертальцы как раз и не похожи на того классического, с которым мы познакомились. У первых и лоб выше, и надбровные дуги меньше, и нос тоньше, и ноздри уже. Профессор М. М. Герасимов провел ряд реконструкций неандертальских лиц — разница между ранними и классическими заметна с первого взгляда. Заметили антропологи и другое: орудия ранних неандертальцев лучше.

Так что же, человек в течение полутораста тысяч лет регрессировал? И откуда взялись сорок тысяч лет назад кроманьонцы, повсюду сменившие неандертальца? Эти последние были уже вполне современными по своему типу людьми. Превращение поистине разительное: только что ча обширной сцене Земли разыгрывалась пьеса под названием «Неандертальцы». На миг опустили занавес — и вдруг, когда подняли, шла уже другая пьеса — «Кроманьонцы».

Ученые предположили несколько вариантов. Первый: одновременно с неандертальцами существовало особое племя, давшее начало мощной ветви кроманьонцев. Но тогда почему это никак не подтверждается при раскопках? Второй: от ранних неандертальцев отделилась ветвь, и от нее произошли кроманьонцы. Возражение то же, что и в первый раз. Третий: неандертальцы, много тысячелетий двигавшиеся «задним ходом», внезапно изменили курс и в кратчайший срок достигли поразительных результатов. На такой вариант прямых возражений нет, но слишком уж явно зашли неандертальцы в тупик и непонятно, что помогло им оттуда выйти.

Вот какое объяснение дает этим событиям доктор исторических наук Ю. И. Семенов.

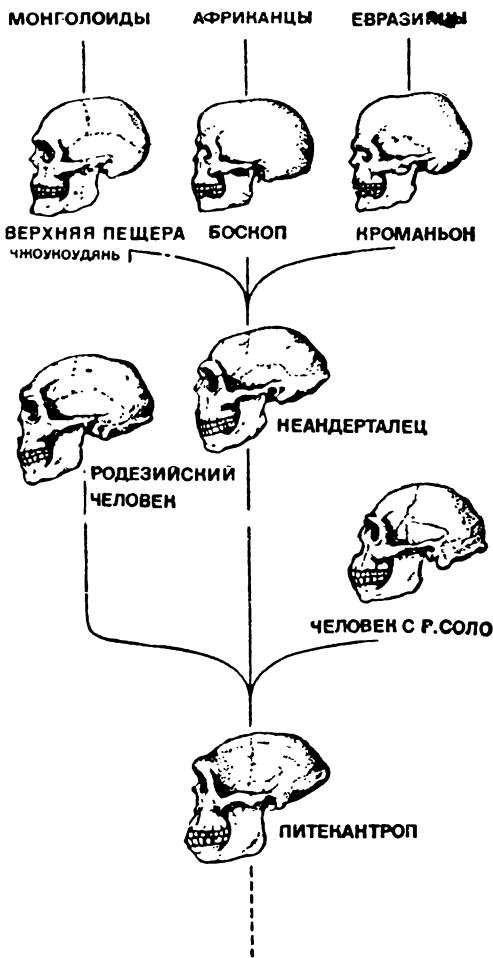
Нельзя забывать, что человечество еще со времен австралопитеков развивалось под воздействием не только биологических факторов, но и социальных условий. И чем дальше «втягивался» человек в эволюцию, тем больше становилось это воздействие. Наконец на каком-то этапе чисто биологические инстинкты вошли в противоречие с социальными требованиями. Когда первобытный человек стал переходить от собирательства к охоте как к главному занятию, понадобилась большая дисциплинированность, личность оказалась в подчинении у общества. Нарушения дисциплины были нередко связаны с влиянием женщины. И поэтому во многих случаях на женщин накладывалось своеобразное вето: мужчины не имели права прикасаться к ним в течение всего охотничьего сезона.

Проанализировав данные, имеющиеся в распоряжении антропологов и этнографов, Семенов пришел к выводу, что для этого времени характерны замкнутые роды, в течение многих поколений не имевшие никаких внешних связей. Поколение за поколением род варился в собственном соку: женились на сестрах, выходили замуж за братьев. Может быть, это и послужило одной из причин появления у поздних, «классических» неандертальцев атавистических внешних черт.

Человечество столкнулось с угрозой полного вырождения. Тогда родовые группы стали развивать более активные связи с другими родами и началась, пользуясь биологической терминологией, внутривидовая гибридизация со всеми вытекающими отсюда последствиями. А они коротко таковы: резкое возрастание жизнеспособности, крепости потомства, резкое повышение изменчивости. При этом возможно возвращение к жизни черт, уже утраченных видом. И издалеко прошлого, давно забытого самими неандертальцами, выплыли человеческие черты неандертальцев «не классических».

Так появился, если верить убедительной схеме, предложенной Ю. И. Семеновым, *Homo sapiens* — человек разумный. Человек, который, пройдя еще целый ряд стадий общественного развития, занимается сегодня строительством материальной базы коммунизма, колдует над тайной термоядерной реакции, дотянулся до Луны, Марса, Венеры, Юпитера и Меркурия. И отвергает одну за другой религиозные версии, в том числе и версию своего происхождения.

Пока еще человек не может моделировать в колбе возникновение на Земле жизни, еще есть пробелы в понимании этого процесса. Не может моделировать и возникновение разума в «одомашненном» стаде обезьян. Мало того, приручение животных, как правило, сопровождается уменьшением среднего веса их мозга и заметным уменьшением умственных способностей. Вспомните хотя бы овцу. Как не похожи знакомые нам трусливые, неумные овцы на своих диких предков — горных баранов! О каком же новейшем достижении науки стоит рассказать, чтобы проиллюстрировать власть человека над миром живого? Когда я размышлял над этим вопросом, мне вспомнилась старая встреча с итальянским профессором Петруччи. И я решил поведать еще не законченную историю борьбы за искусственную жизнь.



Так формировался череп человека

ИСКУССТВЕННАЯ ЖИЗНЬ. ЗАЧЕМ?

«На полках, насколько хватает глаз, выстроились тысячи реторт. В каждой из них помещается человеческий эмбрион, питаемый искусственной кровью. Сосуды медленно передвигаются на ленте конвейера со скоростью 33,3 сантиметра в час. По прошествии 267 дней они доставляются в зал разделения, где уже вполне сформировавшиеся зародыши извлекаются из сосудов...»

Фантастика? Да, этот абзац взят из книги англичанина Олдоса Хаксли «Прекрасный новый мир», вышедшей более сорока лет назад и посвященной событиям XXV века. И, как это теперь случается всегда, действительность на несколько столетий обогнала мечту. Ибо сообщение о выращивании человеческого эмбриона в «реторте» появилось впервые в 1961 году. Автором интереснейших опытов был известный сейчас во всем мире итальянский ученый и врач Даниеле Петруччи.

Надо сказать, что у Петруччи были предшественники. Примерно тогда, когда Хаксли писал свой роман, американский биолог Грегори Пинкус осуществил оплодотворение в пробирке яйцеклетки кролика. Начавший развиваться эмбрион он переносил в организм крольчихи и получал вполне нормальное потомство. Заслуга Петруччи в том, что он не побоялся поставить опыт не на кроликах — на людях. И достиг великолепных результатов.

Нет, эксперименты Петруччи имели не только теоретическое значение. Почти трем десяткам женщин, которых природа лишила права иметь детей, он вернул светлую радость материнства. Он проводил — «в реторте» — слияние отцовской и материнской клеток и в течение девяти дней следил за развитием зародыша, а затем пересаживал его в организм женщины. Несколько десятков человек на земном шаре уже получили жизнь буквально из рук смелого ученого. Такова первая практическая отдача этих экспериментов.

Ну, а если оставить эмбрион развиваться «в реторте» больше девяти дней? Под словом «реторта» мы понимаем довольно сложный аппарат, «биологическую колыбель», сконструированную Петруччи. Если обеспечить эмбрион всем необходимым, он будет расти дальше. В одном из случаев ученый следил за эмбрионом в течение 58 дней. Мне довелось видеть кадры, снятые в лаборатории Петруччи,— минута за минутой, час за часом, чтоб не пропустить ни одного важного момента. Первые дни — деление клетки, затем постепенное формирование тела, в котором начинают просматриваться отдельные органы... Ученый оборвал опыты сам. Что заставило его поступить так? В беседе он сослался на недостаток питательной жидкости. Может быть, и мнение католической церкви, отнюдь не с одобрением отнесшейся к этим опытам, сыграло тут не последнюю роль...

К тому же «биологическая колыбель» Петруччи была приспособлена для выращивания эмбриона лишь на ранних стадиях его развития. Она требовала постоянного поступления питательной плазмы, которая, отработав свое, выбрасывалась. Но это действительно возможно только в начале развития эмбриона, когда расход плазмы измеряется каплями, не-

многими кубическими сантиметрами. А на более поздних стадиях такое снабжение неизбежно окажется слишком накладным.

Позже в Москве, в Научно-исследовательском институте экспериментальной хирургической аппаратуры и инструмента мне довелось увидеть удивительный аппарат — «искусственную матку».

Создать этот аппарат стало возможным только после того, как советские ученые разработали и внедрили в медицинскую практику «искусственное сердце», «искусственную почку», «искусственное легкое»... Ведь все эти аппараты, каждый из которых сам по себе является вершинным достижением науки и техники, входят в «искусственную матку» как ее составные части.

Надо было решить множество проблем. Надо было обеспечить абсолютную, ненарушимую стерильность того трижды святого места, где под пластмассовым колпаком, в окружении каких-то прозрачных трубочек, экранчиков, спиралей, должен жить и развиваться эмбрион человека. Надо было добиться, чтобы зародыш не испытывал нужды ни в кислороде, ни в питательных веществах, чтобы он не задохся в продуктах собственных отходов и получил все, необходимое ему, именно в тех количествах, какие нужны...

Он не велик — этот удивительный аппарат. Может быть, иных эстетов оскорбит, что вся его хитроумная механика — «сердце», «легкие», «почки» — была смонтирована в корпусе холодильника «ЗИЛ». Но это было сделано не случайно: под защитой теплонепроницаемых стенок холодильника легко поддерживать строго постоянную температуру. И знакомый каждому корпус холодильника в сочетании с невиданной аппаратурой так же уместен и ограничен, как кровельное железо в первых моделях К. Э. Циолковского, как электрический звонок, встряхивавший опилки в первом радиоприемнике А. С. Попова...

Зажигаются сигнальные лампы на пульте управления, над надписями: «насос плазмы», «насос крови», «освещение колыбели»... Точный инженерный расчет пришел на помощь биологии и медицине. В этом аппарате эмбрион человека сможет пройти весь путь развития — вплоть до дня небывалого «искусственного рождения». Первые стадии деления слившиеся клетки испытывают между двумя пластинками, в крохотной камере, куда по тонким, как волос, каналам поступает плазма крови, сдобренная добавками различных экстрактов и гормонов. Затем эмбрион перейдет, так сказать, на постоянное место жительства. Он должен прикрепиться, прирасти к стенке своего пристанища. Петруччи имитировал эту стенку клочком обыкновенной замши, и эмбрион пристал к ней. Видимо, и наши ученые в первых опытах используют замшу. А потом... Для того и пойдут бесчисленные опыты, чтобы выяснить, что будет потом.

В «искусственной матке» советскими учеными принята кольцевая схема питания. Она включает обогащение кислородом в «искусственном легком», освобождение от шлаков в «искусственной почке» и, конечно, не может работать без «искусственного сердца». Такой замкнутый цикл кровообращения, осуществляющий обмен веществ с питательной плазмой, позволяет обойтись минимальным количеством крови, обеспечивает ее многократное применение.

Нет, не все еще вопросы — и конструктивного, и биологического плана — решены, далеко не все трудности преодолены. К аппарату пристраивается киноустановка для съемки развивающегося эмбриона в инфракрасных лучах. Идут поиски синтетической питательной среды, которая могла бы заменить плазму крови женщин, используемую сейчас. А дальше — бесконечная вереница исследований. Можно будет, например, рассмотреть, как возникают те или иные врожденные уродства до пороков сердца включительно. Можно будет найти способы устранения этих пороков изменением питания, введением лекарственных веществ.

Это пока еще перспектива. Но перспектива, отдаленная не веками, а годами, в крайнем случае десятилетиями.

Вернемся к роману Олдоса Хаксли, цитатой из которого мы начали этот разговор. Верно ли видел будущее не очень симпатичный, скажем, лично мне, писатель? Будут ли такие «инкубаторы людей» в будущем человеческом общежитии? Что ж, возможно, они и будут. Уже сейчас, когда идут первые опыты с «искусственной маткой», в практической осуществимости искусственного выращивания человеческого эмбриона до самого его рождения почти нет сомнений. Скажем прямо, не такое уж это счастливое время — месяцы беременности, не такое уж это легкое дело — роды. И если наука «раскрепостит» женщин, вряд ли это встретит у людей грядущих веков серьезные возражения.

Но Хаксли наверняка ошибался в другом. Он «прорицал» с позиции пессимиста и циника. В инкубаторе его «нового мира» из одной клетки выращиваются 96 стандартных людей — однотипными партиями. Направленное управление наследственностью используется для того, чтобы вытравить саму способность задумываться о сущности вещей, чтобы внести «инстинктивную ненависть к цветам и книгам». В «инкубаторе» Хаксли выводятся существа марки «альфа», «гамма», «эпсилон» — три сорта, три породы. Интеллектуалисты «альфа» — будущие инженеры, конструкторы, управляющие. А «эпсилон» — полуидиоты... Тиражом более двух миллионов экземпляров напечатали в странах капитала этот вызывающий отвращение бред.

Нет, не видать Хаксли лавров пророка. Будущее принадлежит коммунизму. И как не станут ученые коммунистического мира изобретать ядовитые газы и усовершенствовать бациллы чумы, так не будут они, свладев бескрайней властью над живыми, выводить породы двуногих идиотов, ибо это противоречило бы принципам и интересам человечества. Нет, они будут совершенствовать и совершенствовать человеческий организм и физически, и духовно, чтобы каждое новое поколение было прекраснее предыдущего. И на этом пути ввысь нет конца, нет последней вершины.

Не помню, какого цвета была кожа у людей «трех сортов» в книге «Прекрасный новый мир». Но даже если Хаксли не внес расистских признаков в своих искусственных людей, можно по чисто внешним чертам разделять их на расы, что, видимо, и имел в виду автор. А в действительности, как возникли расы на Земле? И что это такое?

СКОЛЬКО ДЕТЕЙ БЫЛО У НОЯ?

Кто был по национальности Адам, первый человек Земли,— неизвестно. Но бесчисленные толкователи Библии вопрос о появлении на нашей планете рас и национальностей связывают с другим «персонажем» — Ноем, кому только и удалось спастись после потопа. У Ноя было три сына — Сим, Хам и Иафет. От них якобы и пошли три главные расы: от Сима — белая, от Хама — черная, от Иафета — желтая. Правда, Хам за весьма незначительный проступок был наказан тем, что и он, и его сын Ханаан, и все их потомки были обречены богом служить своим братьям до скончания веков. На основе этого сделался Хам предком всех негроидных народов — им якобы положено нести бремя проклятия и оставаться людьми второго сорта.

А что говорит по этому поводу современная наука? Где, как, почему возникли расы? Какие черты объединяют людей в единое человечество? Какие разделяют их на расы и национальности?

Кожа у первых людей вряд ли была очень темная или очень белая. Причем у одних она оказывалась несколько белее, у других — темнее. Остальное сделали природные условия.

Скажем, в тропическом поясе Земли беспощадные лучи солнца легко могут обжечь незащищенную кожу. Из физики мы знаем: черный цвет полнее поглощает излучение и поэтому черная кожа, вроде бы, вредна. Но «обжигают» только ультрафиолетовые лучи. Вот от них-то и уберегает щит пигментной окраски. Лучше выживали в Африке люди с темным цветом кожи, положившие начало негроидным племенам.

То же наблюдалось в разных районах планеты. И в Индии ее первообитатели темнокожи. И в тропической степной Америке ее жители темнее, чем их соседи, заселившие леса. Да и в Африке прячущиеся в джунглях пигмеи имеют более светлую кожу, чем негры, занимающиеся сельским хозяйством и почти всегда находящиеся под солнцем.

Не только цвет кожи, а и многие другие особенности негроидной расы порождены необходимостью приспосабливаться к тропическим условиям жизни. Это и курчавые черные волосы, хорошо предохраняющие голову от перегрева, и узкие вытянутые черепа. Действительно, такая же форма черепа у папуасов Новой Гвинеи, меланезийцев тихоокеанских островов.

Ну, а почему у белой расы кожа светлела? Причина — те же ультрафиолетовые лучи. Без них в человеческом организме не может синтезироваться витамин Д. И перед живущими в умеренных и северных широтах людьми стояла задача удержать как можно больше ультрафиолетовых лучей. А это можно сделать, только обладая белой, прозрачной для них кожей.

Ну, а третья раса — монголоиды? Цвет кожи, видимо, сохранился у них от самых далеких предков, он хорошо приспособился и к жаркому солнцу, и к суровым условиям севера. А вот глаза... О них надо сказать особо.

Вероятно, монголоиды впервые появились в районах Центральной Азии, далеко от всех океанов; климат здесь континентальный — резкая

разница температур между зимой и летом, днем и ночью. Да к тому же степи прослоены пустынями. Почти непрерывно дуют сильные ветры и несут огромное количество пыли. А зимой все пространство покрыто сверкающей скатертью бесконечных снегов. И сегодня путешественники надевают защищающие от этого блеска очки, иначе они платятся болезнью глаз.

Узкие щелочки глаз — важная отличительная черта монголоидов, природная их защита. А вторая — маленькая кожная складка, прикрывающая внутренний угол этого необходимого органа человека и обычно называемая «монгольской складкой». Отсюда, из сердца Азии, люди с выступающими скулами и узкими щелочками глаз и разошлись по Азии, Индонезии, Австралии...

Места с подобным климатом есть и в Южной Америке. Они населены бушменами и готенготами, народами, относящимися к негроидной расе. Однако у бушменов кожа обычно темно-желтая, глаза узкие и на месте «монгольская складка» глаз. Одно время даже думали, что здесь живут монголоиды, переселившиеся из Азии. Лишь позже разобрались в этой ошибке.

Так под влиянием чисто природных условий сформировались главные расы Земли — белая, черная, желтая. Антропологи отводят на это почти двести тысяч лет. Они считают, что разделение произошло не ранее двухсот тысяч лет назад и не позже двадцати тысяч. А может быть, оно заняло более длительное время — сто восемьдесят — двести тысяч лет.

Как это было — новая загадка. Некоторые полагают, что сначала человечество разделилось на две расы — европейскую, которая в свою очередь раздвоилась на белых и желтых, и экваториальную, негроидную. Другие, наоборот, думают, что сначала от общего древа человечества отвела монголоидная раса, а потом афроевропейская «породила» белых и черных. Большие расы антропологи делят на малые. Это деление неустойчиво, общее число малых рас колеблется в классификациях, данных разными учеными. Но малых рас, безусловно, десятки.

По каким же критериям сравнивать расы? По форме головы, величине мозга, группе крови? Да, да, не улыбайтесь, расисты в свое время объявили и группы крови решающим признаком «качества» народа. Но не удалось обнаружить никаких принципиальных отличий, которые бы характеризовали какие-либо расы в лучшую или в худшую сторону. Да, действительно, скажем, вес мозга у разных рас различен. Но он различен и у разных людей, принадлежащих к одной национальности. Так, к примеру, мозг гениального Анатоля Франса весил всего 1077 граммов, а мозг не менее гениального Ивана Тургенева — 2012 граммов. Можно убежденно сказать, между этими двумя крайностями размещаются все возможные варианты. О том, что вес мозга не означает умственного превосходства расы, говорят также цифры: средний вес мозга англичанина — 1456 граммов, индейцев — 1514, негров банту — 1422, французов — 1473 грамма. Кстати, мы уже говорили, и у неандертальцев в свое время мозг весил больше, чем у современных людей. Вряд ли они, однако, были умнее.

Так что расы не уступают друг другу в умственных способностях. Это можно подтвердить тысячами примеров, и перечень блестящих имен представителей разных рас будет бесконечно велик. И все-таки расисты на земном шаре остались. Правда, никаких «научных данных» для подтверждения своих теорий у них нет. Антропологи — ученые, занимающиеся изучением человечества как раз с позиции особенностей отдельных людей и их групп, единогласно утверждают: все люди на земле независимо от их национальностей и расовой принадлежности равны. Это не значит, что не существует расовых и национальных особенностей, но они не определяют ни умственных способностей, ни еще каких-нибудь качеств, которые можно было бы считать решающими для разделения человечества на высшие и низшие расы.

Можно сказать, что этот вывод — важнейший из выводов антропологии. Но это не единственное достижение науки, иначе не имело бы смысла развивать ее дальше. А антропология развивается. С ее помощью удалось заглянуть в отдаленнейшее прошлое человечества, понять многие, загадочные прежде, его моменты. Именно антропологические исследования позволяют проникнуть в глубину тысячелетий, к самым первым дням появления человека. Да и тот длительный период истории, когда в распоряжении людей еще не было письменности даже в виде клинописи, становится яснее. И конечно, несравненно расширилась методика. Если всего сто лет назад, встретив неизвестный народ, путешественник ограничивался его описанием, то теперь этого далеко не достаточно. Антрополог должен произвести многочисленные измерения, не оставляя без внимания ничего — ни ладони рук, ни стопы ног, ни, естественно, формы черепа. Он берет на анализ кровь и слону, делает рентгеновские снимки. Все полученные данные суммируются, и из них выводятся специальные индексы, характеризующие ту или иную группу людей. Оказывается, и группы крови — именно те группы крови, которые определяются для ее переливания, — тоже могут характеризовать расовую принадлежность. Установлено, что людей со II группой крови больше всего в Европе и совсем нет в Южной Африке, Китае и Японии; III группы почти нет в Америке и Австралии; из русских меньше 10 процентов имеют IV группу крови. К тому же исследование групп крови позволило сделать много важных и интересных открытий.

Ну, к примеру, заселение Америки. Известно, что археологи, много десятилетий искающие остатки древнейших человеческих культур в Америке, должны были констатировать, что люди появились здесь сравнительно поздно — всего несколько десятков тысяч лет назад. Эти выводы удалось подтвердить радиоактивным углеродным анализом золы первобытных костров, костей, остатков деревянных сооружений. Выяснилось, что цифра 20—30 тысяч лет достаточно точно определяет период, прошедший с дней «открытия» Америки ее аборигенами — индейцами в районе Берингова пролива. Оттуда довольно медленно они передвигались на юг, вплоть до Огненной Земли.

То, что у коренного населения Америки нет III и IV групп крови, свидетельствует о том, что среди их предков случайно не оказалось людей с такими группами. Тогда возникает вопрос: много ли было первооткры-

вателей гигантского материка? Видимо, чтобы эта случайность проявилась, их было мало. Не более ста человек, а скорее — 20—30. Они-то и дали начало всем индейским племенам с бесконечным разнообразием их языков, обычаев, верований. И еще. После того как они ступили на почву Аляски, за ними туда последовать никто не мог. Иначе новые люди принесли бы с собой один из важных кровяных факторов, наличие которого и определяет III и IV группы крови.

Но вот их потомки достигли Панамского перешейка. И хотя в те времена не было разъединяющего материки канала, перешеек этот был трудно преодолим: мешали тропические болота, болезни, дикие звери, ядовитые гады и насекомые. Видимо, южнее удалось пройти столь же небольшой горстке людей. Доказательство? Отсутствие у коренных южноамериканцев II группы крови. Значит, случайность повторилась: среди аборигенов Южной Америки также не было людей со II группой крови, как среди аборигенов Северной — с III и IV группами...

Наверное, все читали знаменитую книгу Тура Хейердала «Путешествие на Кон-Тики». Путешествие это было задумано для подтверждения того, что предки жителей Полинезии прибыли сюда не из Азии, а из Южной Америки. На гипотезу эту наталкивала некоторая общность культур полинезийцев и южноамериканцев. Хейердал понимал, что и своим дерзанием он не дал решающего довода, но большинство читателей книги, опьяненные величием научного подвига и литературным талантом автора, неуклонно верят в правоту отважного норвежца. И зря. Ибо, наверное, полинезийцы все же являются потомками азиатов. Решающим доводом опять оказался состав крови. Мы помним, у южноамериканцев нет II группы, у полинезийцев она встречается часто. Привлекли в качестве свидетеля и еще один фактор крови, так называемый Диего-фактор. В Южной Америке он есть, в Восточной Азии его значительно меньше, а в Полинезии почти отсутствует. Сопоставляя эти два свидетельства, невольно склоняешься к убеждению, что в заселении Полинезии южноамериканцы участия не принимали...

Надо сказать, что методы и выводы антропологии применяются сейчас не только при проверке тех или иных теорий. Они нужны при определении, скажем, вопроса о родстве отца и сына — вопрос, учитывая обстоятельства еще не забытой войны, важный для многих. Их используют врачи для борьбы с наследственными болезнями. И так далее.

Однако почти все, о чем здесь рассказано, еще гипотезы. Есть ученые, которые не считают, что расовые особенности имеют приспособительное к условиям среды значение; есть ученые, которые считают, что и заселение Америки могло осуществляться последовательно, многочисленными волнами, и в процессе смены поколений те или иные факторы крови вытеснялись так называемым «геном дрейфа». Что ж? Так и должно быть. Пожалуй, еще недостаточно свидетельств в пользу той или иной точки зрения. Но они или заменяются другими, или получают новые и новые подтверждения и становятся стройными теориями.

Здесь, в главе о ноосфере, имело бы смысл рассмотреть механизм работы человеческого мозга. Действительно, какие процессы позволяют нам воспринимать новую информацию, что сопровождает рождение идеи, что

такое память, всегда услужливо поднимающая на поверхность то событие, которое вспомнить именно сейчас целесообразно?

Увы, наука еще слишком мало знает об этом. Мозг, его работа — одна из сокровеннейших тайн природы. Безусловно, и сам мозг, и механизм его деятельности — материальны и постижимы. Но еще не пришла очередь отомкнуть эту дверку. Еще только-только появились первые наметки о том, что собой представляет память. Верны ли они — покажет будущее.

ХИМИЧЕСКИЙ ШИФР ПАМЯТИ

Природа — великий мастер, создавший множество совершеннейших вещей. Непреоборима твердость алмаза, прекрасен аромат розы. Но самым удивительным из всех творений природы, бесспорно, является человеческий мозг. Человек уже научился ювелирно управлять расщеплением атомных ядер, дотянулся рукой приборов до соседних планет, но и сегодня он еще почти ничего не знает о том, как работает его мозг.

Одно время ученые думали, что запоминание, сохранение информации связано с изменением формы и размеров нервных клеток мозга. В 1920 году было установлено, что в мозге протекают интенсивные электрические процессы. Сразу же возникла гипотеза «электрической памяти». Смысл ее состоял в том, что поступающая в мозг информация записывается в виде электрических цепей, охватывающих те или иные системы нервных клеток. В этих устойчивых цепях заключается все то, что знает и помнит человек.

Электрическая гипотеза в течение длительного времени казалась наиболее вероятной. Она хорошо подтверждалась тем, что в человеческом мозге непрерывно поддерживается электрическая активность. Однако появились новые факты, объяснить которые эта гипотеза была бессильна.

В 1940 году американский ученый Карл Лешли нанес ей смертельный удар. Лешли рассекал ланцетом поверхность мозга на отдельные куски — при этом, конечно, должны были разорваться и «цепи памяти». Но оказалось, что память почти не пострадала. Значит — ее суть не в электрических цепях, связывающих клетки. Так в чем же?

Мы уже говорили, что сороковые и пятидесятые годы XX века отмечены блестящими успехами генетики. Была доказана решающая роль молекул нуклеиновой кислоты, так называемой ДНК, в механизме наследственности. Последовательностью отдельных звеньев, составляющих длинную цепь молекулы этой кислоты, записывается, как буквами в строчке, информация, которая передается от родителей к детям. И перед учеными встал вопрос: а не подобным ли способом записывается в нервных клетках мозга и не передаваемая по наследству информация?

Как всегда, судьей гипотезы выступил опыт. И даже не один, а целая серия опытов. Эти опыты привлекли всеобщее внимание. И все они убедительно подтвердили: да, догадки ученых справедливы.

Несколько лет назад сотрудники Мичиганского университета в США экспериментировали с планариями — плоскими червями, стоящими по своей организации на одной из низших ступеней эволюции. Планарий

освещали, а затем следовал удар электрическим током. У подопытных возникал условный рефлекс: они «запоминали», что за лучом света следует неприятное ощущение, и начинали резко поворачивать «голову», как только на нее падал луч света.

«Обученных» планарий разрезали на части. Черви не погибали. У головной части вскоре вырастал хвост, у хвостовой — голова. Через некоторое время «дочерних» планарий осветили таким же образом, как и их родителей. То, что от этого вздрогнули планарии, выросшие из головных частей, удивительным не было. Но точно так же вздрогнули и планарии, выросшие из хвостовых частей! Тогда ученые поступили иначе. Они кормили «необученных» планарий «обученными» собратьями. Оказалось, что планарии-«каннибалы» гораздо быстрее овладевают «наукой», чем контрольная группа червей. Значит, какие-то элементы, в которых записана информация, перешли из пищи в их организм. Какие же?

По ряду соображений биологи решили, что это могут быть только молекулы другого вида нуклеиновых кислот, так называемой РНК. Ведь если бы это была ДНК, ответственная за «наследственную память», то по наследству передавалась бы любая усвоенная организмом информация.

Решающий опыт поставила группа ученых Калифорнийского университета под руководством доктора А. Джекобсона. У группы крыс был выработан условный рефлекс: их кормили только после того, как они слышали звук щелчка. Скоро крысы приучились, услышав щелчок, кидаться по сложной дорожке к кормушке. Затем из клеток мозга этих «обученных» крыс выделили РНК и вспрыснули крысам второй группы, которых ничему не учили.

Через пять часов после инъекции крысы контрольной группы начали реагировать на звук щелчка так, словно они прошли соответствующий курс подготовки. Ученые были потрясены! Ведь в чуть мутноватой жидкости за стеклом шприца плавали молекулы, в которых была записана информация, память!

Другая группа интересных опытов была проведена шведским ученым Хольгером Хиденом. Он обучил крыс находить в лабиринте кратчайший путь, ведущий к пище. Затем животным было введено специальное химическое вещество, которое тормозит деятельность РНК. Крысы сохранили приобретенное ранее знание, хотя научить их чему бы то ни было новому стало теперь совершенно невозможно. Значит, РНК является промежуточным звеном в механизме записи информации, ее временным хранителем, а не носителем, так сказать, пером, которым пишут, а не бумагой, которая содержит написанное.

Как же работает механизм памяти? Еще очень трудно ответить на этот вопрос со всеми подробностями, во всех деталях. Непосредственное исследование нервных клеток мозга показало, что во время работы протоплазма клеток как бы разжижается. В них начинается интенсивный синтез белковых веществ и нуклеиновой кислоты. Как известно, этот синтез белков осуществляется по «командам» ДНК. Передают команды белку молекулы РНК. Сейчас это тщательнейшим образом изучается в научных лабораториях многих стран, в том числе и Советского Союза. В частности, интересная гипотеза о введении в клетку информации была

разработана в лаборатории П. К. Анохина. Вместе со своими сотрудниками он обратил особенное внимание на синапсы — пункты контакта нервных волокон с нервными клетками, на те ворота, через которые попадают возбуждения. Нервная клетка коры головного мозга может иметь несколько тысяч синапсов.

Еще сравнительно недавно в науке господствовало мнение, что синапсы однородны по своему устройству и химическому составу. Опыты, проведенные в лаборатории П. К. Анохина, показали, что синапсы структурно и химически разнородны. Благодаря этому возбуждение, пришедшее через определенный синапс в клетку, вызывает лишь свойственную ему цепь химических реакций в протоплазме — цепь, ведущую к РНК. Возбуждение, принятное другим синапсом, вызывает иную цепь химических реакций, но и они также приводят к пунктам, где содержится РНК. Процессы эти длятся сотые доли секунды — значительно меньше, чем требуется, чтобы прочесть одно слово этой книги.

Я позволю себе несколько рискованное сравнение, против которого, возможно, восстанут ученые. Я хочу сравнить синапсы нервной клетки с клавишами пишущей машинки. Машинистка нажимает именно ту букву, которая ей нужна. Как соответствующее возбуждение «находит» только свой синапс — сказать пока трудно. Клавиши приводят в действие рычажный механизм — и буква отпечатана на бумаге. Возбуждение синапса приводит в действие химический механизм и завершается, по-видимому, изменениями в РНК, за чем следует репродуцирование соответствующего белка. Информация отпечатана в памяти...

Бесспорно, это пока еще не весь механизм памяти. Бесспорно, этот механизм нельзя представить себе без учета взаимодействия бесчисленных систем нервных клеток. Но расшифровка этого процесса, одного из самых загадочных в природе, началась и будет продолжаться со все возрастающим ускорением.

Хольгер Хиден брал пробы мозга у лиц, погибших при несчастных случаях, и подвергал эти пробы анализу на РНК. Оказалось, что количество РНК в клетке находится в прямой зависимости от возраста человека. У новорожденных содержание этой нукleinовой кислоты очень невелико. Больше всего — у людей в возрасте от трех до сорока лет. Затем количество РНК снова резко сокращается, достигая в конце концов уровня новорожденных. Хиден предположил, что количеством РНК определяется объем информации, который может быть усвоен мозгом. Отсюда совсем недалеко до чисто практических выводов. И ученые разных стран предприняли первые шаги по использованию РНК для улучшения памяти людей пожилого возраста. Больным старческим ослаблением памяти делают ежедневно инъекции РНК. По имеющимся сообщениям, эти опыты дали положительные результаты.

Ну, а каковы же перспективы? Они могут быть блистательными. Выяснение действия механизма памяти и его отдельных звеньев, вероятно, даст возможность интенсифицировать процесс запоминания, ускорить и облегчить обучение. На какое из звеньев механизма запоминания будет осуществлено воздействие, сказать сегодня трудно. Вряд ли дело ограничится элементарными инъекциями РНК. Но представьте себе,

сколько человеческих сил, энергии, времени, средств может быть сэкономлено, если курс средней школы дети будут усваивать не за десять лет, а, скажем, всего за пять!

Еще более заманчива идея внесения в мозг знаний, так сказать, в готовом виде. Ведь если будет расшифрован код памяти РНК (а он, конечно же, будет расшифрован), то, очевидно, можно будет готовить искусственно такие записи, как сейчас готовят перфокарты для введения алгоритмов в электронно-счетные машины. Сложно синтезировать длинные молекулы РНК с такой точностью? Да, разумеется, сложно. Но не невозможно. Ведь сложно было научиться синтезировать и молекулы инсулина, а сегодня синтетический инсулин продается в любой аптеке. Так почему не считать вероятным, что в аптеках будущего станут продавать наборы склянок с РНК? В одних окажется записанным полный курс геометрии, в других — сопромата, в третьих — квантовой механики...

Не менее фантастична, но также абсолютно научна и другая перспектива — передача памяти по наследству. Вообразите, как упростится процесс познания, осуществившись эта возможность! Как мало надо будет «доучивать» каждому последующему поколению, как рано сможет каждый человек включиться в творческую жизнь народа...

Скажем прямо, все эти идеи находятся пока вне пределов точного научного прогнозирования. Но, учитывая стремительный темп развития современной науки, можно смело утверждать, что уже ближайшие годы или перенесут их в планы работ научных институтов, или отбросят совсем. Мне кажется, однако, что эти блестательные идеи докажут свою осуществимость. А это значит, что несколько ближайших десятилетий превратят их в обыденную реальность.

Действительно, разгадка механизма памяти будет иметь огромное значение. Но это еще не разгадка механизма мышления, хотя и значительный шаг вперед. У мозга, самой последней «инстанции» на пути эволюции,— еще останется очень много секретов.

СИНЯЯ ПТИЦА БЕССМЕРТИЯ

Бессмертие — извечная мечта человечества. Вспомните, согласно Библии, Ева, сорвавшая яблоко с дерева познания, не догадалась сорвать другое яблоко — с дерева жизни. Иначе люди стали бы как боги, они обрели бы бессмертие...

Впрочем, Библия отнюдь не самая древняя книга. Значительно старше ее, например, шумерская поэма о Гильгамеше, откуда, кстати сказать, Библия заимствовала рассказ о всемирном потопе. Так вот, герой поэмы Гильгамеш тысячи лет назад уже ищет секрет бессмертия по всей земле и даже спускается за ним на дно моря...

С каких же пор начали люди мечтать о бессмертии? Наверное, с тех самых, когда впервые познакомились со смертью. Продолжительность жизни древних была чудовищно мала, дожить до преклонных лет удавалось немногим. Люди гибли от нападения диких животных, от стихийных бедствий, от всевозможных болезней, в сражениях с себе подобными.

И, вероятно, сначала казалось, достаточно уберечься от всех этих «случайностей» — и проживешь бесконечно долго.

Еще в XIV веке средняя продолжительность жизни во Франции не достигала и 20 лет. Главной причиной преждевременной смерти были эпидемии. Чем скученее жили люди, тем все более неумолимыми становились оспа, чума, холера. Бывали случаи, когда после очередных эпидемий Европа почти обезлюдела. При капитализме на смену оспе в перенаселенные кварталы городов пришел туберкулез. Конечно, жертвами « чахотки » оказывались иной раз и состоятельные люди, но основной ее добычей всегда оставались бедняки.

Сегодня наука покончила с эпидемиями. Значительно сократилась и смертность от туберкулеза. И на первое место вышли другие болезни — атеросклероз, гипертония, рак. Они уносят более 80 процентов наших современников в разных странах.

Откуда взялись эти болезни? Бытует мнение, что их принес с собой наш индустриальный век с его бешеным темпом жизни, повышенной нервной нагрузкой, губительными влияниями испорченного воздуха, сильных электрических полей, давящего грохота улицы, цеха. Но это не совсем так. Новый век принес с собой и резкое увеличение средней продолжительности жизни. За последние семь десятилетий она выросла на 20 лет. Особенно заметные успехи здравоохранения были достигнуты в странах социализма. В наше время в нашей стране средняя продолжительность жизни перевалила за 70. Произошло это благодаря победе над инфекционными болезнями, внедрению новых лекарственных средств, улучшению санитарно-гигиенических условий.

Можно считать, что сегодня мы уже заметно приблизились к срокам естественной смерти человека. Ведь каждое живое существо имеет свой срок естественной смерти, и этот срок для разных видов изменяется в очень широких пределах. Жизнь бабочки-поденки, считая с момента, когда она покинула свой кокон, продолжается всего несколько часов. Смерть бабочки наступает остро, вдруг, ее нельзя объяснить ни истощением сил, ни неожиданной болезнью. Мышь может прожить два года, крыса — три, речной рак — тридцать лет, слон — семьдесят. Человеку, по современным вычислениям ученых, дана естественная продолжительность жизни порядка 110 лет. И она, разумеется, будет достигнута — медицина обязательно победит рак и атеросклероз, как победила оспу.

Ну, а дальше? Возможно ли осуществление извечной мечты человечества о бессмертии?

Я вспоминаю беседу с академиком Василием Феофиловичем Купревичем, о котором уже рассказывал выше. Это был смелый человек и смелый ученый. В своей матросской молодости он участвовал в штурме Зимнего дворца, а свидание он, депутат Верховного Совета СССР, назначил мне в Георгиевском зале Кремля, в перерыве между заседаниями. Я работал тогда над книгой о науке будущего, и он рассказывал мне о бессмертии.

С его точки зрения, эту задачу можно было решить, направив на нее соответствующие усилия, в течение жизни одного поколения.

— Почему же эта задача не решена уже сегодня? — задал я вопрос.

— По-видимому потому, что ее никто не ставил,— ответил ученый.— Задача оказалась столь грандиозной, что никто не осмеливался заниматься ею.

Со времени этого разговора прошло полтора десятка лет. Умер Купревич. Но поставленным им вопросом занимаются сейчас ученые во многих странах мира. Работают многочисленные институты, в том числе институт геронтологии Академии медицинских наук СССР в Киеве. Геронтология, наука о старении, занимает достойное место среди других медицинских наук. Но секрета вечной жизни ученые пока не отыскали. Вероятно, в геронтологии, как и в любой новой науке, еще продолжается период накопления фактов — и только потом настанет время обобщений и выводов. И на основе этих выводов станет окончательно ясно, возможно ли бесконечное продление жизни. И если невозможно, то почему.

Старение, изучением которого занимаются геронтологи, предшествует естественной смерти. Всем известны основные изменения, которые сопутствуют старению. Но никто еще не смог объяснить, почему же человек стареет. Каких только гипотез не выдвигали за последние десятилетия! Говорили, что старение вызывается накоплением ядов в клетках организма. Утверждали, что старение связано с перегрузками нервной системы. Считали первой причиной старения состояние кровеносных сосудов организма. Связывали старение с увеличением холестерина в крови... Перебрав все земные причины, обратились к инопланетным: организм стареет по мере того, как он подвергается обстрелу космическими лучами — они-де вносят неправильности в генетические механизмы клеток.

Никто не может сегодня сказать, какая из этих гипотез наиболее близка к истине. Может быть, часть ее содержится во всех этих и других, здесь даже не упомянутых. Но мне представляется, есть одно открытие последнего времени, которое, бесспорно, необходимо будет иметь в виду тем, кто дерзнет вступить в решающую схватку со смертью.

Издавна считалось, что одноклеточные животные бессмертны. Ученые произвели интересный опыт: они проследили жизнь 8400 поколений одноклеточного организма — парамеций. И на всем этом пути не встретили ни одного «трупа». Воистину парамеция не знала «смерти от старения». Точно так же, сделали ученые вывод, бессмертны и отдельно взятые клетки человека и других высокоорганизованных существ. Смертен только организм в целом, а клетки его могут жить вечно...

Еще в начале нашего века это утверждение решил проверить известный хирург Алексис Каррель. Он взял сформировавшиеся клетки зародыша цыпленка, поместил в питательную среду и наблюдал за ними в течение тридцати лет. Клетки исправно делились, не проявляя никаких признаков старения. Аналогичные опыты с клетками, взятыми у эмбриона крысы, подтвердили сделанный Каррелем вывод. И убежденность в бессмертии отдельных клеток стала в науке всеобщей.

Американский ученый Леонард Хайфлик не ставил перед собой задачу опровергнуть это установившееся мнение. Он только хотел установить, справедлив ли этот закон для клеток человека. И оказалось... Оказалось, что, пройдя сквозь ряд делений, клетки умирают. Тогда попробо-

вали повторить опыты Карреля. Выяснилось, что знаменитый ученый ошибся. Разгадали и причину его ошибки: она крылась в плохой работе центрифуг. Провели опыт с крысами — и опять убедились, что клетки смертны, что клетки человека, цыпленка и крысы умирают в разное время.

Впрочем, время здесь измеряется не часами и даже не годами, а количеством делений, пережитых клеткой. Клетки человеческого эмбриона погибают, пережив 50 делений. Но цифра эта может колебаться в пределах десяти делений в обе стороны. Однако самое удивительное, пожалуй, состоит в том, что клетки обладают необычайной памятью. Хайфлик брал популяцию клеток, уже прошедших, скажем, через десяток делений, и замораживал в жидким азоте. Там они лежали неопределенно долгое время.

Но когда их затем отогрели и вернули к жизни, они прошли через оставшиеся им сорок делений и погибли на пятидесятом, как если бы деление вовсе не прерывалось, словно они помнили происшедшее с ними до «летаргического сна»!

Хайфлик экспериментировал не только с клетками человека, но и с клетками некоторых животных. Оказалось, клетки эмбрионов мыши, хомяка, свиньи делятся менее 25 раз. Клетки взрослых животных — еще меньше. Закономерность прослеживалась и здесь: все эти животные значительно менее долговечны, чем человек. Любопытно, что обнаружить клетки, более «долговечные», чем у человека, ученым удалось.

И сам Хайфлик, и другие исследователи пытались найти объяснение этому феномену. Наиболее интересную и убедительную гипотезу предложил советский ученый Алексей Матвеевич Оловников. Мысль его развивалась примерно следующим образом. Клетка «помнит» число осуществленных ею делений. Где же может фиксироваться это число? Только на молекуле ДНК, которую она получает при делении материнской клетки в наследство, которую дублирует и передает в свою очередь дочерним клеткам. Причем дочерняя молекула ДНК должна отличаться от материнской какой-то записью соответствующих числу пережитых клеткой делений. Накопление таких записей должно со временем вести к гибели клетки. Но почему?

Известно, что молекулы ДНК, входящие в состав хромосом, представляют собой очень длинные и тонкие спиральные цепочки. В этих цепочках закодирована вся наследственная информация. При удвоении хромосом на каждую молекулу ДНК «садится» фермент ДНК-полимераза и, двигаясь по молекуле, синтезирует ее точную копию. Точную? Нет, не совсем. Ведь надо еще записать на ней память о новом делении клетки.

Допустим, рассуждал А. М. Оловников, полимераза начинает синтезировать копию молекулы ДНК не с самого края, а чуть отступив от него, скажем, на ту величину, которую занимает сама. При этом дочерняя молекула оказывается с каждым делением клетки чуть-чуть короче. Крайние участки хромосом, вероятно, приспособлены для такого «усечения». На концах хромосом находятся некие буферные гены, а жизненно важные расположены ближе к центру. И когда, со временем, «усекновение» доходит до этих жизненно важных генов, а это происходит примерно

при пятидесятом делении, клетка погибает. Вот так работает ее своеобразная «машина» памяти.

Это гипотеза. Как проверить ее? Убедительнее всего путем прямого опыта. Надо взять две клетки разного «возраста», распутать молекулы ДНК и измерить их длину. К сожалению, этот «самый легкий» способ сего дня практически не осуществим. Во всяком случае он требует огромной работы, которую и ювелирной-то назвать невозможно. По мнению ученых, такой проверочный опыт станет реальным только через несколько лет.

Ну, а почему же одноклеточные организмы удваиваются бесконечно? Почему у них нет пределов деления? Для многих одноклеточных характерны ДНК, замкнутые в кольцо. По таким кольцевым ДНК фермент может двигаться, не оставляя «необработанных» участков. Может быть и другой способ дублирования молекул ДНК — без последовательного их укорачивания. Фермент ДНК-полимераза может иметь два активных конца. При этом окажутся полностью «обработанными» и краевые участки молекулы. Вероятно, именно таким путем осуществляется в организме репродуцирование половых клеток.

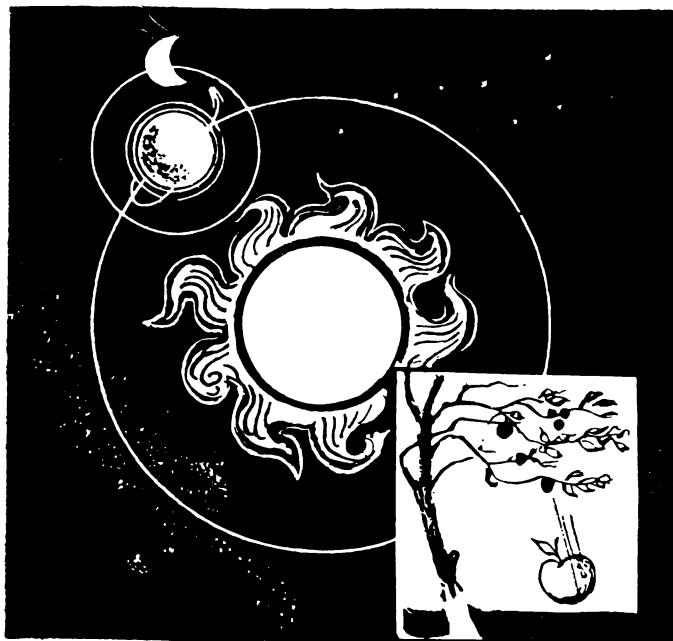
И последний вопрос: какое значение имеет гипотеза А. М. Оловникова для решения проблемы бессмертия?

Да, конечно, многие и прежде предполагали, что механизм старения и смерти как-то связан с генетическим механизмом наследственности. Гипотеза Оловникова открывает прямые пути вмешательства в этот механизм. К примеру, замена во всех клетках организма ферментов, ответственных за дублирование ДНК, на ферменты, дублирующие ДНК половых клеток, навсегда остановит возможность старения. Но речь идет не о хирургическом вмешательстве в каждую клетку организма, а о новой искусственной записи кода наследственности. Достаточно было бы произвести такую запись всего в одной клетке — и дальше она передаст ее дочерним клеткам всех последующих поколений.

Вот он, наиболее вероятный путь к вечной молодости и бессмертию. Глубоко запрятала его природа — но его уже нащупала пытливая человеческая мысль. Безусловно, в близком будущем по этому пути направятся штурмовые отряды науки — и первым их шагом будет тщательная проверка самой гипотезы. Но даже если гипотеза Оловникова окажется несостоятельной, все равно синяя птица бессмертия не уйдет от человека. Василий Феофилович Купревич был прав: она может оказаться в сетях науки еще при жизни нынешнего поколения.

8

ГЛАВА



САМАЯ
ТАИНСТВЕННАЯ
СИЛА
ПРИРОДЫ

Человек по мере своего движения вперед по пути прогресса овладевал все более могучими силами природы. Он начинал, когда у него ничего не было, кроме палки, зажатой в кулаке, и собственных физических возможностей. Но он был мудр и привлек на помощь животных, сделав их домашними. Лошадь убыстряла его бег, верблюд сделал проходимыми пустыни, слон — болотистые джунгли. Но усилия даже самых крупных животных неизмеримо малы перед мощью природы.

Первой человек подчинил себе стихию химического огня, только в ослабленных его вариантах. Вначале, в течение многих веков, использовал он в качестве горючего лишь дерево — очень малоэнергоемкий вид топлива. Несколько позже научился применять энергию ветра. Он поднял в воздух белое крыло паруса — легкое судно птицей полетело по волнам. Он подставил порывам ветра лопасти ветряной мельницы, и за jakiлись тяжелые камни жерновов, застучали песты крупорушек. Но каждому ясно, что энергия воздушных струй не принадлежит к числу концентрированных. К тому же и парус, и ветряк боялись внезапных ударов: шторм рвал паруса и топил корабли, буря ломала крылья и переворачивала мельницы.

Еще позже человек начал покорение текущей воды. Колесо водяной мельницы — не только примитивнейшее из устройств, способных превращать энергию воды во вращательное движение, но и слабосильное по сравнению с разнообразными турбинами. А он уже нуждался все в больших количествах энергии.

Переход на сжигание каменного угля поднял энергоемкость килограмма горючего с 2500 до 7000 килокалорий — почти в три раза. Потом пришла пора нефти и газа — снова в полтора-два раза выросло энергосодержание каждого килограмма испытываемого топлива. Паровые машины сменились паровыми турбинами, мельничные колеса — гидравлическими турбинами. И тогда протянул человек руку к расщепляющемуся атому урана, килограмм которого содержит в 2 миллиона раз больше энергии, чем лучшая нефть. Это принципиально новый огонь, который можно было бы назвать физическим. Ибо именно физики изучили и сделали подвластными себе процессы, приводящие к рождению столь баснословных количеств энергии.

Уран — не единственное ядерное горючее. Компанию ему уже составили изотопы водорода. К сожалению, человек еще не смог полностью подчинить водородно-гелиевое пламя. Он умеет на мгновение зажигать его сокрушительный костер, провоцируя реакцию в водородной бомбе вспышкой уранового взрыва. Но все реальнее вырисовывается водородный реактор, который будет рождать электрический ток в результате слияния ядер изотопов водорода в ядра гелия. И опять почти в десять раз возрастет количество энергии, которое сможет взять человек от каждого килограмма топлива. Но разве этот шаг будет последним в грядущей его власти над силами природы?

Нет! Впереди — овладение гравитационным видом энергии. Она еще более расчетливо упакована природой, чем даже энергия водородно-гелиевого синтеза. Сегодня это самый концентрированный вид энергии,

о каком может хотя бы догадываться человек. Ничего дальше пока не видно там, за передним краем науки. И хотя убежденно можно сказать, что непременно будут электростанции, перерабатывающие гравитационную энергию в электрический ток (а может быть,— в струю газа, вылетающего из сопла реактивного двигателя, или же в запланированные превращения вездесущих атомов кремния и кислорода в атомы сверхредких металлов), мы ничего не знаем о деталях такой электростанции (ракетного двигателя, физического реактора).



В развитии ряда областей науки нередко можно наблюдать, что сначала человек исследует факты и события, часто встречающиеся, затем — менее обычные, и загадкой надолго остаются явления уникальные. Ну, к примеру, зоологи давно описали всех постоянных обитателей верхних слоев океана. Но по-прежнему таинственны гигантские — более 30 метров длиной — кальмары, жители больших глубин. Слишком редко их послужившие остатки находят люди на прибрежных камнях.

Так же и у биологов. Они совсем недавно ознакомились с почти недоступными в прошлом растениями оазисов Антарктиды.

Так же и у физиков, изучавших электрические явления в атмосфере. Только в последнее время проясняется тайна шаровой молнии — не частой гостьи на земле, хотя и весьма мощной.

Так, может быть, согласно этому принципу не исследовано до сих пор гравитационное притяжение? Оно тоже — диковина?

Но всемирное тяготение и называется всемирным именно потому, что оно вездесуще. Оно проявляет себя везде, где есть материя. Причем чем большие массы материи собираются в одном месте, тем активнее сила всемирного тяготения.

От электрического поля вы можете заслониться металлической сеткой. От инфракрасных лучей — пластинкой стекла. От видимых лучей — слоем картона. Но ничем нельзя отгородиться от гравитационного поля.

От электромагнитного поля Земли можно улететь на космической ракете. Уже на половине радиуса лунной орбиты его влияние будет ничтожно малым. От потоков солнечных лучей можно скрыться в межзвездном пространстве. Уже Нептун и Плутон вершат свой путь в почти полном мраке, который не может разогнать слабый свет «точечного» Солнца. Но они абсолютно точно описывают свои эллипсы вокруг Солнца, притягиваемые его тяготением. Астрономы до сих пор не уверены — нет ли за ними других планет или пояса астероидов. Даже ослабленного столь дальnim расстоянием притяжения Солнца вполне достаточно, чтобы «завертеть» еще больший хоровод планет, чем нам сегодня известный...

Действительно, сила притяжения ослабевает с расстоянием. Это ее свойство выражено в формуле Исаака Ньютона, утверждающего, что изменяется она пропорционально квадрату расстояния. Но никогда не исчезает совсем.

Эта сила проявляет себя поистине во вселенском масштабе. Она придает планетам и звездам шарообразную форму. Она обуславливает

сложность их строения: всегда у естественных небесных тел в центральных областях содержится твердое вещество, на его поверхности конденсируется вода и другие жидкости, а снаружи все это окружает легкое облако паров и газов. И жизнь возможна только благодаря тому, что притяжение планеты удерживает на своей поверхности газовую шубу.

Всемирному тяготению в значительной мере обязаны звезды горением своего водородно-гелиевого костра. Это оно создает в недрах их те давления и плотности, при которых идет капризная реакция без перерывов и колебаний интенсивности.

Всемирным тяготением отмериваются и судьбы звезд — длительность их яркого полыхания, путь, по которому им предстоит пойти в старости.

Всемирное тяготение объясняет секрет сравнительно недавно открытых образований материи — крохотных пульсаров и гигантских сверхзвезд.

Всемирное тяготение формирует не только тела планет и звезд, но и безграничные города галактик с их линзообразным вихревым строением.

Всемирное тяготение определяет и главные свойства всей Вселенной, и то, сколько времени суждено ей существовать в данной точке мира, пока не разлетится она безвозвратно.

Мы поднялись вверх по лестнице, каждая ступень которой была очередным по величине объединением материи. И не только очередным, но и принципиально новым. Планета качественно отличается от звезды, звезда — от квазара, пульсар — от Вселенной. Накопление массы, приводящее к столь резким скачкам качества, — проявление одного из главных законов диалектического материализма. Ну, а если мы пойдем в другом направлении от планеты, по тем же качественным ступеням — властелин здесь закон всемирного тяготения? Какую роль он играет?

Он почти незамечен, когда мы рассматриваем ажурную решетку кристалла, большую молекулу вещества. Он почти необнаруживаем, когда мы рассматриваем планетарную модель атома, казавшуюся некогда такой похожей на Солнечную систему. В кристалле главными являются электромагнитные силы. Электромагнитное притяжение разноименных частиц вызывает и бесконечно сложное планетарное взаимоотношение электронов в атоме. А цементируют разрозненные частицы в прочнейший монолит ядра так называемые внутриядерные силы. Так что вроде бы до самых крайних пределов материи гравитационные силы не играют большой роли... Но так ли это?

Ученые полагают, что это не так. Здесь еще будет рассказано о новейших гипотезах механизма тяготения, о гравитонах — гипотетических частицах, которые настолько же меньше электрона, насколько пылинка, сверкающая в луче света, меньше нашей планеты. Эти-то гравитоны исторгаются элементарными частицами непрерывно. И как они ни ничтожны, поскольку их очень много, элементарные частицы «стают». Они становятся все меньше. Мы будем говорить и об этом подробно. Но так или иначе, на каких-то очень глубоких ступенях материи опять возникает, проявляет все новые и новые свойства, поворачивается совсем новой стороной всемирное тяготение. А впрочем, если подумать, в этом нет ни-

чего неожиданного. Материя едина. И свойства вещества, заложенные в самой основе его, проявляются в масштабах галактик, сверхзвезд, вселенных, оказываются решающими.

Однако, как полагается во всех добропорядочных историях, начнем сначала. С того времени, когда человек стал догадываться о существовании всемирного тяготения.

ПУТЬ, КОТОРЫЙ НЕ ПРИВЕЛ К ЗНАНИЮ

Со дня своего рождения человек живет в окружении силы тяготения. Но как-то так получалось, что он долго не замечал этой силы.

Сегодня о ней знает каждый ученик шестого класса средней школы. И каждый с удовольствием продемонстрирует ее проявление. Он подпрыгнет и опять упадет на землю. Этот совершенно очевидный факт почему-то долго не обращал на себя внимания. И даже тогда, когда человек научился использовать эту силу в устройствах и сооружениях, он не только не понимал ее сущности, но даже не представлял основных законов действия.

Примерно пятьдесят веков прошло с тех пор, как возникли на Земле первые зачатки наук, первые алфавиты и умение записывать — на глиняной ли пластинке, на листе ли пергамента или папируса — те или иные мысли. За третье тысячелетие до нашей эры относят ученые «возраст» египетских иероглифов и шумерской клинописи. Более ста лет прошло с тех пор, как научились историки чтению этих материалов. К настоящему времени прочтены огромные библиотеки клинописных кирпичиков и склеенных в длинные, подобные современным обоям, полосы папирусов. Это было подобно открытию новых миров.

Человечество ознакомилось с шедеврами литературы, с забытыми религиозными учениями, с философскими школами. Но нам важно подчеркнуть, что никогда на протяжении этих пятидесяти веков записанной истории не пытались осмыслить ту силу, которая привязала человека к поверхности Земли и которая управляла движением светил.

Очень часто полагают, что за период, прошедший до Коперника, Земля считалась центром Вселенной, а этому-де предшествовали самые древние представления о Земле, покоящейся на трех слонах, в свою очередь стоящих на щите огромной черепахи, плававшей по океану. О том, где разлит этот океан, спрашивать вроде бы не разрешалось. Между тем это не так. Мы уже говорили, что было множество попыток осмыслить замеченное движение планет, Луны, Солнца, и наиболее передовые мыслители нередко догадывались об истинном положении вещей.

Так, еще в VI—IV веках до нашей эры в Греции существовал так называемый Пифагорейский союз. Основателем этого мощного союза, в состав которого входило много философов, ученых, драматургов, был Пифагор. Сведения о нем крайне разрозненны, противоречивы. Сами пифагорейцы считали его полубогом. Впрочем, о нем рассказывали, что он родился около 571 года до нашей эры на острове Самос, в семействе ремесленника. Длительное время путешествовал по Египту и Вавилонии.

По возвращении на родину он занялся науками и организацией своего союза.

От Пифагора и пифагорейцев почти не осталось собственных сочинений: союз был тайным и посвящать в его дела посторонних запрещалось. Больше всего сведений о них содержится у Аристотеля. По учению пифагорейцев, как их излагает Аристотель, «в центре Вселенной находится огонь (Солнце). Земля же есть одно из светил, совершающих круговые движения вокруг этого центра».

Был и другой случай, когда философы пришли к выводу о гелиоцентрическом строении Солнечной системы. Древнегреческий философ Аристарх Самосский сделал даже попытку, совершенно правильную в принципе, измерить величину Луны и Солнца и расстояние до них. Жил Аристарх Самосский около 320—250 годов до нашей эры. Работал в знаменитой Александрийской библиотеке. К сожалению, его сочинения тоже до нас почти не дошли. Но с ними был Клавдий Птолемей, планетная система которого почти полторы тысячи лет была официально признанной и утвержденной не только в христианской религии. Птолемей отверг гелиоцентрическую систему, считая ее противоречащей здравому смыслу. Сколько раз в истории науки «здравый смысл» подводил ученых!

Так вот, даже появившиеся правильные представления об устройстве Солнечной системы тем не менее не могли выявить главное, что поддерживает четкий хоровод наших светил. Не помогли этому и практические применения силы притяжения.

В III веке до нашей эры в Риме уже работал самотечный водопровод. Сила тяжести притягивала воду, и она устремлялась с гор к побережью моря, к Риму, по закрытым трубам, установленным на каменных арках.

Еще раньше в Двуречье и Египте были построены первые водяные колеса. Вода, бегущая по руслам рек под влиянием силы тяжести, вращала тяжелые колеса, приводила в действие насосы, мельничные жернова, кузнецкие мехи...

Во время обороны крепостей со стен и башен осажденные скатывали на наступающих камни и бревна, выливали потоки кипятка и горячей смолы. Сила тяжести устремляла все это на врагов.

В 1712 году английский кузнец Ньюкомен сконструировал первую пароатмосферную машину. Ее поршень поднимал в цилиндре вверх горячий пар. Затем в него вбрызгивали холодную воду и в образующемся разрежении давление воздуха с силой толкало поршень. Давление воздуха тоже вызывается существующим тяготением Земли. Но Ньюкомен вряд ли знал о законе, опубликованном при его жизни...

С развитием техники сила всемирного тяготения преобретала многие «земные специальности». Трудно даже их перечислить. Белая стена плотины, пересекающей великую реку и разливающей ее водохранилищем, которое хочется назвать морем, гигантские турбины, чьи многометрового диаметра колеса омывают могучие воды,— разве это не устройство для использования силы всемирного тяготения?

Приходилось ли вам наблюдать за работой гидрообогатительной фабрики? Обычно она находится где-нибудь на склоне горы или в долине. Основную нагрузку несут струи воды, которые разделяют руду и пус-

тую породу. Впрочем, есть и действующие «всухую» гравитационные обогатительные фабрики. Уже по самому названию очевидно, что главным «органом» в них является гравитация, всемирное тяготение.

Ну, а искусственные спутники и космические лаборатории, запускаемые советскими учеными вокруг нашей планеты, вокруг Луны, к Венере и Марсу... Ведь их существование, их жизнь, их орбиты рассчитываются только благодаря закону всемирного тяготения, открытому Ньютоном... Они — дети нашего века и даже последних десятилетий. Уж их-то человек создал, великолепно зная этот закон.

Ничего подобного! И сегодня наши знания о всемирном тяготении не идут дальше формулы, описывающей зависимость силы тяготения от величины масс и расстояния между ними. А в чем сам механизм этого тяготения? Как отстоящее от нас на 150 миллионов километров Солнце притягивает к себе Землю, искривляя траекторию ее прямолинейного полета таким образом, что в течение года она замыкается кольцом? Этого никто объяснить не может. И сейчас — даже после Эйнштейна — нам известно об этом лишь немногим больше, чем Пифагору и Аристотелю... Путь через столетия от первых догадок до начала освоения космоса пока еще не закончился. Всемирное тяготение оказалось самой трудно постигаемой силой природы.

В самом деле, во времена античности впервые «додумались» о неделимых частицах вещества — об атомах. Сегодня люди не только составили подробный путеводитель — периодическую систему элементов Д. И. Менделеева,— но научились «делать» атомы и превращать их друг в друга. Человек открыл их сложное строение и стал хозяином мира элементарных частиц.

Человек проник и в невидимый мир живых существ — бактерий и вирусов. О нем, пожалуй, трудно что-нибудь найти у древних философов. Но представители этого мира покорно работают в заводских цехах, на фабриках, в лабораториях. Человек и здесь становится владыкой.

Сегодня мы уже знаем многие детали строения нашей Галактики и около миллиона других галактик. Как вырос наш кругозор! А в области механизма всемирного тяготения знания не выросли совсем! Прямо какое-то заколдованное место!

Может быть, и не стоит заниматься открытием этой силы? Что принесет нам вторжение в столь тщательно охраняемую кладовую природы? Вдруг она окажется той шкатулкой, ключи от которой утеряны и с которой сравнивал женское сердце Густав Флобер: мучаешься, ломаешь голову в погоне за ее тайной, а когда, наконец, крышка подалась, внутри находишь пыль, старые тряпки и покрытую окисью старую (а не старинную!) монету...

Нет, не окажется! Подчинившийся человеку механизм всемирного тяготения поможет сделать невесомыми самолеты и звездолеты. Усмирят землетрясения и цунами. Откроет источник безграничного получения энергии...

А теперь пройдем с вами еще раз по длинной дороге веков, посмотрим, как сжалось кольцо человеческих знаний и догадок вокруг гравитации.

НАИВНАЯ ЮНОСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Итак, ни мудрецы древней Индии, ни жрецы Египта даже не догадывались о существовании силы, во власти которой находились непрерывно. Первыми о ней заговорили мыслители древней Греции.

Великий Платон, знаменитые «Диалоги» которого в течение многих тысячелетий казались людям средоточием истины, в 387 году до нашей эры вернулся в родные Афины. Шел ему в это время сорок первый год и был он уже прославлен своим умом. За спиной остались годы учения у Сократа, дальние путешествия по Египту и Италии, попытки убедить местных властей создать идеальное, управляемое «истинно философскими законами» государство. Поняв тщетность этих попыток, и организовал он «высшую школу», дабы распространять шире свои идеи, надеясь, что еще настанет их черед... Над входом в нее было высечено: «Да не входит сюда никто без знания геометрии!» В тенистых аллеях основанной им академии Платон любил гулять, окруженный учениками.

Мы не будем здесь анализировать подробности учения Платона о государстве, о познании мира идей. Нас интересует его уровень понимания природы всемирного тяготения.

Воображение рисует посыпанную белым песком дорожку, над которой простирали свои цветущие ветви кусты магнолий, мраморную скамью, на которой сидит человек с широкой, аккуратно подстриженной бородой и глубокими морщинами на лице, свидетельствующими о том, что жизнь его не была безоблачной. Кругом почтительно стоят ученики, и среди них Аристотель. Платон говорит:

— Вот я бросаю вверх горсть песку, но она падает на эту же дорожку. Вылитая из амфоры вода впитывается землей и вернется, просочившись сквозь ее частицы, в ручей, откуда ее зачерпнули. А вода в ручье, журча, спешит к морю. Именно там больше всего воды... А дым от очага, где готовят пищу, возносится к небу. Он торопится в родную стихию, к тучам, бегущим над нашими головами... Что это значит? Это значит, что все тела в естественном движении своем стремятся к той точке, где сосредоточена наибольшая часть родственного им вещества. Земля стремится к земле, вода — к воде, воздух — к воздуху...

Что ж? Гипотеза Платона — назовем это гипотезой — объясняла все известные ему факты, если не относиться к ней слишком придирчиво. Платон не знал, что есть металлы, которые не тонут в воде, и жидкости, на поверхности которых плавают камни... Да исключения и не интересовали его — он искал обобщения, общих законов...

После смерти Платона его ученик Аристотель, двадцать лет не покидавший академии, основал свою школу — лицей. Она находилась тоже в Афинах, и собеседования учителя с учениками тоже проходили во время прогулок по тенистым аллеям. Вечерние прогулки посвящались риторике и политике, утренние, на которые допускались только близайшие друзья, — более сложным и тонким предметам. Далеко не во всем был согласен Аристотель с Платоном, и он не стеснялся критиковать учителя, в том числе и его толкование того, что мы сейчас именуем всемирным тяготением. Аристотель значительно чаще Платона обращался к фактам.

Он учил, что одни тела наделены свойством «тяжести», другие — «легкости». Этими свойствами и определяется их поведение. Тяжелые тела — камни, металлы — «предпочитают» центр Вселенной. Легкие — огонь, дым, пары и так далее — наоборот, занимают периферию. Движения тел, совершившиеся под действием этих присущих им свойств, философ называл естественным. Так, естественным было падение камня с горы в долину, а путь языков пламени костра и дыма его лежал вверх, к небу...

Аристотель вообще не заметил силы тяжести, заменив ее свойствами тел...

Он умер в изгнании, в 322 году до нашей эры, ибо в Афинах его обвинили в безбожии, а тогда это было очень серьезным обвинением. Не ожидая суда, Аристотель бежал, бросив лицей.

Прошло совсем немного времени после его смерти, и в Афинах в 306 году до нашей эры возникла новая философская школа материалиста и атеиста Эпикура. По примеру Платона и Аристотеля он тоже учил в саду. Да, наверное, в знойной Греции и не было лучшего места для умозрительных бесед на научные темы.

Эпикур был последователем учения Демокрита о том, что все тела состоят из мельчайших неделимых частиц — атомов. Но если Демокрит считал, что атомы отличаются лишь величиной, то Эпикур приписывал им и разный вес.

У атомов дыма нет «отрицательной тяжести», как сказали бы два с лишним тысячелетия позже, или свойства «легкости», как говорил Аристотель. Но атомы дыма и пара легче атомов камня и воды. И более тяжелые атомы опускаются вниз, более легкие вытесняются вверх... Что ж, пусть наивное, но это рассуждение эпикурейцев предвосхитило некоторые теории о строении Земли, образовании месторождений руды и так далее, появившиеся в начале нашего века и живущие доселе...

Как видим, даже догадка о существовании всемирного тяготения как свойства, присущего всем телам, не возникла у величайших философов древности.

А затем настало торжество христианской религии, преследовавшей научную мысль как своего самого злейшего врага. «Отцы церкви» узаконили птолемеевскую геоцентрическую систему мира и исказили ее, приставив ангелов к «блуждающим звездам» — планетам для их передвижения. И много-много времени прошло, прежде чем начал освобождать себя человек от липких, как паутина, и прочных, как железные цепи, пут религиозного рабства.

ПРЕДШЕСТВЕННИКИ НЬЮТОНА

Эпоха Возрождения — одна из великолепнейших в истории человечества. Она породила людей деловых и умелых, предприимчивых и оструумных. И среди них — художников и поэтов, путешественников и инженеров — как снежные вершины в рядах гор, высится гении, проявившие себя чуть ли не во всех областях творчества.

Изумление и восхищение неизменно вызывает Леонардо да Винчи — художник и скульптор, архитектор и механик, анатом и оптик, физик и математик.

Он работал над проблемой полета и уже собирался испытывать летательные аппараты. Среди его эскизов есть рисунок простейшего вертолета. Он изучал, точнее создавал основы «науки о ветрах» — аэродинамики и гидродинамики, ибо «воздух движется, как вода»... Он задумывался над устройством мира и четко постулировал в своих записях, что «Солнце не движется», что расположена «Земля не в центре солнечного круга и не в центре мира, а в центре своих стихий, ей близких и с ней соединенных», что «Земля — звезда, почти подобная Луне...». Конечно же, человек, интересующийся этим кругом вопросов, не мог не думать о тяготении. Он утверждал, что тяготение свойственно не только Земле, что центров у него — множество. Он рассматривал задачу о движении тела под влиянием двух центров тяготения и высказал предположение о том, что сила тяготения зависит от расстояния до его центра...

Винчи умер в 1519 году в маленьком городке недалеко от Парижа. С группой советских художников его небольшой двухэтажный дом посетил недавно и автор этой книги. В скромных комнатах свято хранится память о великом деятеле искусства. Там имеется несколько высокохудожественных изделий, принадлежавших ему, — распятие, секретер... Экскурсантов провели и в часовню, расписанную учениками художника... Но не было ничего, что хотя бы напоминало о Леонардо да Винчи как о великом ученом...

Все шире становились знания людей об окружающем мире и, конечно же, непрерывно вставал вопрос о силах, которые приводят в движение его совершенный механизм...

Восстание Коперника, разбившего хрустальные сферы птолемеевской астрономической системы, — одна из самых героических страниц истории науки. Скромный сын булочника, каноник из Фромборка — городка на берегу Вислы, Коперник был очень смелым человеком, если решился выступить против официального мнения церкви. И не под влиянием внезапного прилива мужества совершил он свой подвиг. Он готовился к нему большую часть жизни. Встречаясь с друзьями, беседуя с другими учеными, он, случалось, высказывал в порядке обсуждения «еретические» мысли и внимательно выслушивал возражения. И наконец, сложилась книга «О вращениях небесных сфер».

Предание гласит, что 23 мая 1543 года у башни Фромборкского собора соскочил со взмыленной лошади запыленный всадник. Он стремительно вбежал по ступеням каменной лестницы и вошел в комнату, где лежал на смертном одре престарелый каноник. Он успел вовремя. Старик взял высохшими руками свою изданную книгу и умер, прижав ее к груди...

В этой книге рассказывалось о гелиоцентрическом устройстве нашей планетной системы. По выражению талантливого датского астронома Тихо Браге, Коперник «сорвал Солнце с неба и утвердил его в пространстве». Одновременно он лишил Землю привилегированного положения центра мира и низвел ее до ранга лишь одной из шести известных тогда

планет... Он отнял у нее неподвижность и бросил в вечное кружение вокруг Солнца. Было от чего возмутиться «отцам церкви» и огнем выжигать «коперниканскую ересь»!

Коперник не нашел сил, двигавших «сфера». Но, по его мнению, каждое небесное тело является своим центром тяготения, которое и удерживает на нем воду, атмосферу и все сущее на поверхности.

Коперник не продвинулсь дальше. Он не осмелился, а может быть, ему просто не пришло в голову связать цепями тяготения свою планетную систему в единое гармоническое целое. Но его подвиг и без этого грандиозен.

Надо сказать, что становление новых идей шло в непрерывной борьбе с апологетами Аристотеля. Древний философ вряд ли сам, даже имея возможность, применил бы для доказательства своих мыслей те средства, которые чуть ли не через две тысячи лет использовали их защитники. Это наглядный пример того, как много вреда может принести обожествление, признание единствено правильной любой умозрительной истины. Догма никогда не двигала вперед науку. Наука развивается в свободном споре, либо именно в споре рождается Истина.

Галилео Галилей принадлежит к числу универсальных гениев эпохи Возрождения. Его труды лежат в основе многих сегодняшних наук. Этот человек верил только опыту. И опытом опроверг он одно из утверждений Аристотеля, касавшееся закона тяготения.

Аристотель утверждал, что более легкие тела падают медленнее, более тяжелые — быстрее. И кажется неискушенному уму, что это именно так, что иначе и быть не может. Но ум Галилея не был неискусенным.

Опыт демонстрировался публично в 1589 году в итальянском городе Пизе, где Галилей был профессором математики. В этом городе стоит знаменитая падающая башня. Она продолжает «падать» и теперь, и это длящееся века падение в настоящее время предполагают остановить чисто инженерными способами, потому что башня действительно уже может рухнуть. Но в дни Галилея она стояла абсолютно устойчиво, и с нее-то ча глазах у изумленных апологетов Аристотеля сбросил он чугунное ядро и деревянный шар. Эти два очень разных по весу предмета почти одновременно шлепнулись на Землю. И с ними — значительная часть веры в непогрешимость учения древнего философа...

Галилео Галилей — один из изобретателей телескопа и первый человек, направивший этот оптический аппарат в небо. Он открыл горы на Луне, фазы Венеры, спутники Юпитера... И конечно, он не мог не размышлять о законах тяготения.

Но в этом вопросе он был противником Аристотеля. Он отверг его «центр мира», к которому стремятся тела, наделенные свойством «тяжести», и от которого бегут тела, наделенные «легкостью». Вслед за Коперником он признал, что каждая планета обладает своим центром притяжения...

Дать окончательную, почти современную схему строения планетной системы, установить закономерности движения планет, которыми и по сей день пользуются в расчетах штурманы космических трасс, выпало

на долю немецкого астронома Иоганна Кеплера. Еще современники присвоили ему почетный титул «законодатель неба».

Сегодня три закона Кеплера изучают в средней школе. Они стали азбучной истиной. Но для того, чтобы пробиться к этой истине, потребовались годы и десятилетия упорнейшего труда. О нем сам Кеплер повествует в своих сочинениях.

Но нас интересует, додгадывался ли «законодатель неба» о том, что его законы в свою очередь являются следствием другого общего закона. Листая работы ученого, в которых средневековая мистика, рассуждения о влиянии положений планет на судьбы людей причудливо переплетаются с научными открытиями, мы должны четко ответить: да. Несмотря на всю путаницу представлений, Кеплер думал о силах, соединяющих воедино нарисованную им картину, значительно более точную, чем у Коперника.

Он первым выдвинул принцип взаимного притяжения всех материальных частиц друг к другу, будь то Земля, Луна или Солнце. Он первым высказался и о закономерностях этих сил, о том, что они пропорциональны массам взаимодействующих тел и уменьшаются пропорционально квадрату расстояния между ними. Он вплотную приблизился к формуле знаменитого закона всемирного тяготения. Всего один шаг оставалось сделать ему — и блестательнейшее из открытий Ньютона перестало бы носить его имя. Однако Кеплер не сделал этого шага. Он предположил, что планеты удерживает притяжение Солнца, и не смог объяснить силой притяжения само движение планет...

С этого времени идея закона всемирного тяготения буквально висит в воздухе и словно дразнит ученых своей близостью и доступностью. В 1644 году парижский профессор Жюль Робервиль пришел к мысли, что сила тяготения каждой частицы простирается безгранично. В 1646 году итальянский математик Джованни Борелли попытался доказать, что движение планет вызвано притяжением Солнца и наличием некоторой начальной скорости. Голландский механик, физик и математик Христиан Гюйгенс в 1673 году составил математическое выражение для силы, которая должна увлекать движущееся по окружности тело к центру ее вращения... Но синяя птица никак не давалась в руки. Манила, пленила — и улетала в недостижимую высоту.

Ближе всего «подобрался» к ней известный английский естествоиспытатель Роберт Гук. Это был человек разносторонних способностей, вероятно, недостаточно оцененный и сегодня. При изучении сопротивления материалов в технических вузах студенты всего мира неизбежно сталкиваются с законом Гука о пропорциональности между деформацией упругого тела и величиной приложенной нагрузки. В механике известен шарнир Гука. Биология стремится постичь все секреты живой клетки — клеточное строение тканей открыл Роберт Гук. Он построил первый воздушный насос, сконструировал прибор для измерения силы ветра, изобрел оптический телеграф, машинку для деления круга, усовершенствовал градусник, барометр, зеркальный телескоп и многое, многое другое. Его имя хорошо знают геологи и антропологи, астрономы и геофизики... И вот он почти схватил пресловутую синюю птицу, во всяком случае вырвал не-

сколько перьев из ее хвоста. Без Роберта Гука триумф Ньютона был бы еще значительнее.

В 1674 году в трактате «Опыт доказательства вращения Земли» Гук писал, что все небесные тела тяготеют друг к другу. В 1679 году он проявился еще дальше, предсказав, что если сила притяжения обратно пропорциональна квадрату расстояния, то планеты должны двигаться по эллипсам. До закона Ньютона остался даже не шаг, а полшага, четверть шага... Академик С. И. Вавилов говорил, что если свести предвидения и догадки Роберта Гука в одно целое, то получится почти все главные выводы «Начала» Ньютона, только высказанные в неуверенной и малодоказательной форме.

Да, даже из целой охапки перьев нельзя смастерить птицу. А тем более — синюю...



Формула великого закона

ВЕЛИКИЙ ЗАКОН

Исаак Ньютон родился 5 января 1643 года. Жизнь его внешне бедна событиями: кончил Кембриджский университет, стал бакалавром, затем — магистром наук... Все дальнейшее — бесконечное богатство исследовательских работ. Но главный его труд — «Математические начала натуральной философии», изданный в 1687 году и обычно называемый просто «Начала». В них-то и сформулирован великий закон всемирного тяготения:

— Все тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению масс этих тел и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.

Мы помним, что некоторые положения этой формулировки принадлежат предшественникам Ньютона, но никому еще не далась она целиком. Нужен был гений Ньютона, чтобы собрать эти осколки и распространить притяжение Земли до Луны, а Солнца — на всю планетную систему. Из закона всемирного тяготения Ньютон без труда вывел все законы движения планет Кеплера и даже... отступления от этих законов. Это было победой науки. Казалось, открыта наконец и математически описана главная сила природы, движущая мирами, сила, которой подвластны и молекулы воздуха, и яблоки, и Солнце... Неизмеримо огромным был шаг, сделанный Ньютоном...

Первый популяризатор его работ — французский писатель Франсуа Мари Аруэ, всемирно известный под псевдонимом Вольтер, поведал, что Ньютон вдруг догадался о существовании закона, названного его именем, когда взглянул на падающее яблоко. Сам Ньютон об этом яблоке никогда не упоминал. И вряд ли стоит сегодня терять время на опровержение этой красивой легенды. Видимо, к постижению истины Ньютон пришел путем логического рассуждения.

Вот суть этого рассуждения.

Предположим, что на очень высокой горе, такой высокой, что ее вершина находится уже вне атмосферы, мы установили гигантское артиллерийское орудие. Ствол его повернули строго параллельно поверхности земного шара и выстрелили. Описав дугу, ядро падает на Землю.

Увеличиваем заряд, улучшаем качество пороха, тем или иным способом заставляем ядро после следующего выстрела двигаться с большей скоростью. Его дуга становится более пологой. Ядро падает значительно дальше от подножия горы.

Еще увеличиваем заряд. Ядро летит по такой пологой траектории, что она снижается параллельно Земле. Ядро уже не может упасть: с той же скоростью, с какой оно снижается, убегает из-под него Земля. И, замкнув кольцо вокруг нашей планеты, ядро возвращается к точке вылета.

Орудие можно тем временем снять. Ведь полет ядра вокруг земного шара займет свыше часа. И тогда оно стремительно пронесется над вершиной горы и отправится в новый облет Земли.

Упасть, если, как мы условились, ядро не испытывает никакого сопротивления воздуха, оно не сможет никогда. Скорость для этого должна быть близкой к 8 км/сек.

Попытаемся ее повысить. Ядро сначала полетит по дуге, более пологой, чем кривизна земной поверхности, и начнет удаляться от Земли, теряя скорость под влиянием ее притяжения. И наконец, повернувшись, оно станет как бы падать обратно, но проскочит мимо и замкнет уже не круг, а эллипс. Ядро будет вращаться вокруг Земли точь-в-точь так же, как Земля — вокруг Солнца, а именно по эллипсу, в одном из фокусов которого находится наша планета.

Если мы придадим большую начальную скорость ядру, эллипс растянется. Можно так его «растянуть», что ядро попадет на лунную орбиту или даже значительно дальше. Но до тех пор, пока начальная

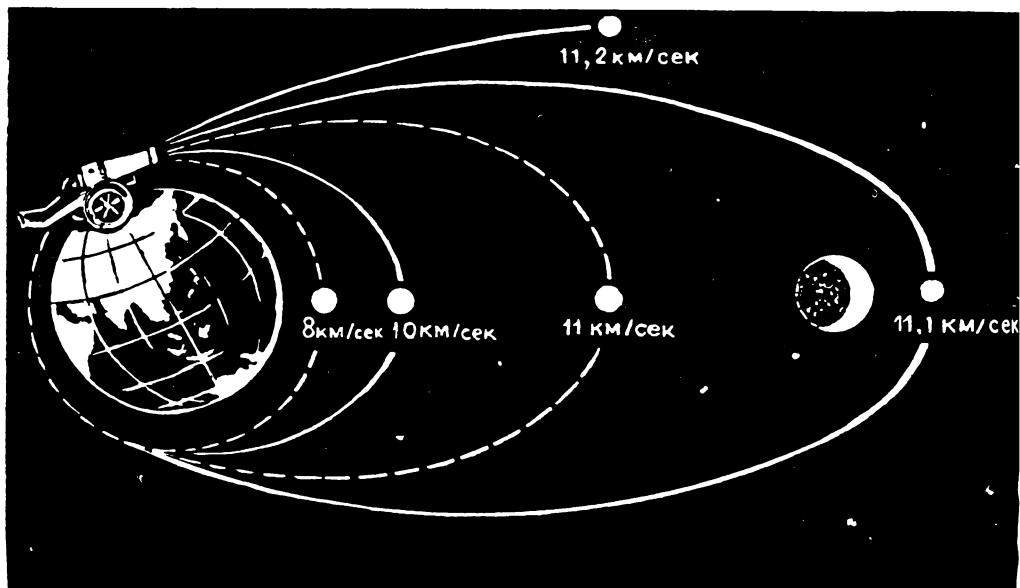
скорость не превысит 11,2 км/сек, оно будет все еще оставаться спутником Земли.

Получив при выстреле скорость выше 11,2 км/сек, ядро навсегда покинет околоземное пространство по параболической траектории. Ведь эллипс — замкнутая кривая, а парабола — кривая, имеющая две уходящие в бесконечность ветви. Двигаясь по эллипсу, каким бы вытянутым он ни был, мы неизбежно будем систематически возвращаться к исходной точке. Двигаясь же по параболе, в исходную точку мы никогда не вернемся.

Но, покинув Землю с этой скоростью, ядро еще не сможет улететь в бесконечность. Могучее тяготение Солнца изогнет его траекторию, замкнет вокруг себя наподобие траектории планеты. Ядро сделается сестрой Земли, самостоятельной крохотной планеткой.

Для того чтобы направить ядро за пределы нашей Галактики, преодолеть солнечное притяжение, надо сообщить ему скорость выше 16,7 км/сек да сориентировать его так, чтобы к этой величине приложилась скорость собственного движения Земли по ее вековечной орбите.

Скорость около 8 км/сек (она зависит от высоты «горы», с которой стреляет наша пушка) называют круговой, от 8 до 11,2 — эллиптическими, от 11,2 до 16,7 км/сек — параболическими, а выше этой цифры — освобождающими скоростями.



Победить силу притяжения может только скорость

Здесь же следует добавить, что приведенные значения справедливы только для Земли. Если бы мы жили на Марсе, круговая скорость составляла бы всего около 3,6, а параболическая — лишь ненамного пре-восходила бы 5 км/сек. Зато отправить ядро в космический рейс с Юпитера уже труднее: круговая скорость на этой планете равна 42,2, а па-болическая — 61,8 км/сек!

И совсем сложно было бы покинуть свой мир жителям Солнца (если бы, конечно, таковые могли существовать). Круговая скорость этого ги-ганта должна составлять 437,6, а отрывная — 618,8 км/сек!

Так Ньютон в конце XVII века, за сто лет до первого полета напол-ненного теплым воздухом воздушного шара братьев Монгольфье, за двести лет до первых полетов аэроплана братьев Райт и почти за чет-верть тысячелетия до взлетов первых жидкостных ракет, указал путь в небо спутникам и космическим кораблям.

ТРИ ВЕКА АПОФЕОЗА

Современников восхищало изящество формулы закона Ньютона. Так легко было подставить в нее вместо букв цифровые значения и тут же получить искомую величину!

Оказалось, что Солнце притягивает Землю с силой, равной примерно 10^{27} г · см/сек² = 10^{19} т · м/сек².

Земля удерживает около себя Луну по уравнению 10^{25} г · см/сек² = $= 10^{17}$ т · м/сек².

Человеку весом в 70 кг нужна и сила в 70 кг...

Взаимное притяжение двух людей, находящихся в шаге друг от дру-га, составляет приблизительно одну сороковую миллиграммма...

Затем нашлись поводы и для более серьезных расчетов.

В 1682 году английский астроном Галлей — близкий друг Ньютона — вывел орбиту яркой кометы, полыхавшей тогда в небе своим длинным пушистым хвостом, по формулам,енным в «Началах». Он предсказал, что комета — ей было присвоено имя учёного — вернется в 1759 году. И комета уже после смерти Ньютона и Галлея словно специально явилась в точно назначенный ей срок, чтобы засвидетельствовать истинность теории и точность прогнозов.

В течение длительного периода астрономов и математиков озадачи-вало таинственное поведение самой крайней известной в те годы плане-ты Солнечной системы — Урана. Конечно, и ее орбита была скрупулезно вычислена по формулам «Начал». Но... планета то опаздывала в пред-назначенное ей место, словно ее что-то тормозило, то, наоборот, торопи-лась, словно ее подгоняла какая-то неведомая сила. Это дало даже по-воды к сомнениям относительно универсальности закона всемирного тя-готения... Геттингенская академия наук в 1842 году объявила денежную премию за решение загадки Урана.

Петербургский астроном Лексель первым высказал предположение, что аномалии в движении Урана вызываются возмущающим действием неизвестной заурановой планеты. Французский ученый Урбен Леверье

произвел соответствующие выкладки и сообщил координаты места, в котором должна находиться незнакомка, немецкому астроному Галле. В сентябрьский вечер 1846 года, сразу же по получении письма от Леверье, Галле поднялся к телескопу и направил его на указанный участок неба. Утром он сошел вниз соавтором открытия новой планеты — Нептуна...

Но уже настало время распространить закон всемирного тяготения и за границы Солнечной системы. В 1842 году немецкий астроном Ф. Бессель заметил, что яркий Сириус — одна из интереснейших звезд Северного полушария — как бы пританцовывает на месте, отклоняясь периодически то вправо, то влево от центрального положения. Опираясь на данные математики, Бессель пришел к выводу, что у Сириуса есть невидимый спутник, вызывающий его колебания. И в 1862 году этот двойник Сириуса был открыт. Формулы Ньютона еще раз оправдались.

Закон всемирного тяготения стал действительно всемирным.

Хотя, конечно, доказывать его значение самому Ньютону не было необходимости. Закон позволил ему вывести, как простые следствия, законы Кеплера и все три закона Кирхгофа, да и устройство Вселенной он нарисовал, исходя из своей догадки.

Дело в том, что силы тяготения, ослабевая с расстоянием, нигде, однако, не обращаются в нуль. И поэтому они не могут даже просто поддерживать элементарный порядок ни в каком конечном мире. Ибо конечный мир всегда имеет центр масс, куда будут стягиваться все тела Вселенной. В конце концов они должны будут неизбежно сливаться в одно тело. А в бесконечной Вселенной могло существовать равновесие, ничем не нарушающее: у материи не было ни конца, ни края, ни поверхности...

Бесконечность в пространстве молчаливо, но настойчиво требовала и бесконечности во времени. Увы, в эту бесконечность люди верили менее трехсот лет.

ОН НЕ СТРОИЛ ГЕПОТЕЗ

На фоне триумфа открытого Ньютоном закона как-то не хочется даже говорить о его некоторой, что ли, незавершенности.

В самом деле, закон этот выведен методом чистой индукции — обычным методом «Начал» Ньютона. Суть его в том, что, установив опытным путем какой-либо факт, убедившись, что он справедлив, его действие распространяют на все подобные случаи.

Приведем простейший пример. Из опыта мы знаем, что береза, если ее поджечь, горит. В аналогичных условиях (костра, камина, русской печи) горят осина и дуб, клен и сосна. И мы объявляем об открытии закона: дерево горит!..

Абсолютен ли наш закон? Не может ли отыскаться в джунглях Конго, в болотах уссурийской тайги дерево, которое не подвластно огню? Как поведет себя пока неведомая нам растительность других небесных тел? Мы не можем гарантировать ответ.

Так же, методом индуктивного мышления, был открыт Ньютоном и

закон всемирного тяготения. Да, ему подчиняются все планеты и все спутники Солнечной системы. Да, как мы уже знаем, ему следуют и двойные звезды нашей Галактики. Но везде ли он справедлив?

Кстати, в течение многих лет даже очень большие ученые, такие, как скажем, Гюйгенс, отчаявшись наглядно подтвердить наличие взаимного тяготения между небольшими телами, пытались свести действие закона только к миру планет. И лишь блестательные опыты английского физика Генри Кавендиша в 1798 году прекратили эти нападки.

С помощью крутильных весов он измерял взаимодействие электрических зарядов, определив и величину притяжения небольших тел. Это позволило установить коэффициент, входящий в формулу закона Ньютона. Наверное, имеет смысл привести полученное Кавендишем значение: $6,60 \cdot 10^{-8}$ см³/сек²·г. Тем более что оно отличается от результата, к которому пришли позже другие исследователи, всего на один процент. Нет, не зря называли Кавендиша волшебником физической лаборатории!

Но ни эксперименты Кавендиша, ни какие бы то ни было другие эксперименты такого же рода не позволяют никогда обрести абсолютную уверенность в универсальности закона всемирного тяготения.

В чем же дело?

В том, что нам неизвестен его механизм. «Ньютоновское тяготение... не объясняет,— писал Энгельс.— а представляет наглядно современное состояние движения планет». Так и не установлено, чем, какими причинами вызывается взаимодействие всех тел Вселенной.

Что ж, это тоже не ново в науке — сначала ответить на вопрос «как?», а потом на вопрос «почему?». Вспомните хотя бы историю закона периодического изменения свойств химических элементов, расположенных в порядке возрастания их атомных весов. Ведь когда Д. И. Менделеев впервые сформулировал этот закон и даже предсказал на его основе несколько еще не открытых веществ, было абсолютно неясно, почему их химические свойства зависят от атомного веса.

Но прошло всего полвека, и был разбит на куски «неделимый» атом. Люди познали секрет, скрытый под сверхпрочной оболочкой. И стали предельно простыми казавшиеся совсем недавно такими необъяснимыми зависимостями...

Именно этим путем шел и Ньютон. В «Началах» он подчеркивает, что сначала надо изучить законы и свойства притяжения и лишь потом можно будет исследовать его причину.

Нельзя сказать, чтобы Ньютона не интересовала эта «причина». Он размышляет о ней на протяжении многих лет.

Кстати, это действительно чрезвычайно таинственная сила. Проявляющая себя через сотни миллионов километров пространства, лишенного на первый взгляд каких-либо материальных образований, которые могли бы передавать взаимодействия. И в 1675 году Ньютон прибегает к гипотезе о существовании некоего эфира.

Заполняющий всю Вселенную, он непрерывными потоками устремляется к центру Земли, захватывая в этом движении все предметы и создавая силу тяготения. Такой же поток эфира устремляется к Солнцу и,

увлекая за собой планеты, кометы, астероиды, обеспечивает их эллиптические траектории... Это была не очень убедительная, хотя и абсолютно математически логичная гипотеза.

В 1679 году Ньютона наделяет эфир свойством по-разному концентрироваться вблизи планет и вдали от них. Чем дальше от центра планеты, тем якобы плотнее эфир. И может он «выдавливать» все материальные тела из своих более плотных слоев в менее плотные. Тогда они попадают на поверхность Земли...

В 1706 году Ньютон резко отрицает само существование эфира.

В 1717 году он вновь возвращается к своей гипотезе.

Гениальный мозг Ньютона бился над разгадкой тайны и не находил ее. Отсюда столь резкие метания из стороны в сторону.

Ньютон любил повторять: «Гипотез я не строю...»

И хотя, как мы только что смогли убедиться, это не совсем так, можно констатировать другое: Ньютон умел четко отграничивать точные факты от зыбких и спорных. И в «Началах» есть формула великого закона, но нет никаких попыток выяснить его механизм.

Великий физик завещал эту загадку будущему. Умер он в 1727 году.

ПОЯВИЛАСЬ НУЖДА В ЭФИРЕ

Вряд ли имеет смысл спорить сейчас о том, правильно или неправильно поняли Ньютона последователи, завороженные его высшим авторитетом. А ведь взаимодействие тел без участия промежуточной среды невозможно представить. Невозможно представить, скажем, передачу движения без материальных агентов, без их непосредственного соприкосновения. И ученые-материалисты дружно выступили против «действия на расстоянии». Среди них был и Михаил Васильевич Ломоносов.

Художник и поэт, химик и металлург, лингвист и геолог — нет, кажется, области науки и техники, в которой не оставил бы он заметного следа. Его удивительные прозренья нередко опережали время на много десятков лет.

Ломоносов отвергал движение без материи и материю без движения. С этой позиции подошел он и к вопросу о механизме притяжения.

По мнению Ломоносова, высказанному им в 1748 году, всю Вселенную наполняет некая «тяготительная материя». Взаимодействие ее частиц с телами и вызывает эффект тяготения их друг к другу.

Тридцатью четырьмя годами позже, в 1782 году, немецкий ученый Г. Лесаж подробно развил теорию, подобную ломоносовской. Надо сразу заметить, что Лесаж, видимо, ничего не знал об идеях нашего великого соотечественника. Какая несправедливость, что труды, может быть, самого прозорливого человека в мире не стали сразу же всеобщим достоянием!

По предположению Лесажа, Вселенная забита бесчисленными «ультрамирами» частицами, летящими хаотически во всех направлениях. Они обладают особыми свойствами. Во-первых, очень большой скоростью. Во-вторых, будучи ничтожно малы, они почти не сталкиваются;

одна частица из ста сталкивается с другой такой же не чаще, чем раз в несколько тысяч лет!

Возьмем какое-либо тело, неподвижно висящее в пространстве и подвергающееся бомбардировке этими частицами. Поскольку они ударяют в него со всех сторон и количество этих ударов, направленных в разные стороны, примерно одинаково, тело остается неподвижным.

Но вот таких тел уже два. Совершенно очевидно, что они экранируют друг друга, и равенство получаемых каждым из них импульсов нарушается. Частицы будут сближать их, пока они не соединятся в одно. И они же будут мешать их разделению...

Лесаж ввел и дополнительные условия. Поглощение частиц идет равномерно по всей массе тела, и поэтому сила, сдвигающая тела, пропорциональна их массам. Крайняя малость частиц исключает возможность столкновений между ними, а в этом случае обеспечивается обратная пропорциональность величины сталкивающего усилия квадрату расстояния между ними. Таким образом, гипотеза Лесажа не только качественно, но и количественно соответствовала закону Ньютона.

Впрочем, в это время уже мало кого интересовал механизм всемирного тяготения. Люди привыкли пользоваться формулами Ньютона и не задумывались над тем, что лежит в их основе. Ученых волновало другое: первые открытия в области электричества, магнетизма, новые химические элементы. И гипотезу Лесажа сначала не заметили, а потом забыли. Вернулись к ней только через сто лет, в 70-х годах прошлого века. Но уж зато запомнили накрепко и надолго. Многие пытались ее модернизировать, усовершенствовать, привести в соответствие с современными данными науки. «Ультрамировые» частицы объявляли абсолютно упругими и абсолютно неупругими, гладкими и шероховатыми. Позже их заменили квантами электромагнитного излучения. Гипотезу подвергали многочисленным опытным проверкам... В 1872 году Г. Шрамм, позже — В. Томсон, Тэй, Изенкрге, Дж. Дарвин, Максвелл, А. Планкаре, Лоренц, Пикар, Бок... Можно, наверное, целую страницу исписать именами исследователей, которые в той или иной степени в конце XIX и начале нашего века занимались этой гипотезой. И не случайно. Привлекала ее крайняя наглядность и простота. Но наступало новое время.

Обратимся, однако, еще раз к ньютоновскому «действию на расстоянии».

Нет, теория Лесажа была не единственной, вокруг которой шли споры. Для объяснения механизма тяготения в первую очередь использовали, конечно, эфир. Сколько раз в истории науки ученые отказывались от него и в бессилии снова брали на вооружение! Но еще ни одного факта по-настоящему не «проявил» эфир, в том числе и самого себя.

В 1816 году английский ученый Геропат попытался объяснить притяжение планет к Солнцу неравномерным прогреванием его лучами мирового эфира. Вблизи Солнца горячий эфир менее плотен, чем вдали. Давление плотного эфира на внешнюю сторону планеты и «отжимает» ее к Солнцу.

В 1859 году его соотечественник Челлис исследовал действие продольных волн в упругой жидкости на погруженные в нее неупругие ша-

ры. Выяснилось, что, если шар достаточно мал по сравнению с длиной волны, он движется к источнику колебаний. Так не заставляет ли Солнце колебаться мировой эфир, создавая в нем волны огромной длины, которые и влекут к нему неупругие шарики планет?

В 1881 году немецкий физик Бьеркнес заставил синхронно пульсировать под водой два барабана. Барабаны сближались. Может быть, механизм всемирного тяготения аналогичен этому опыту?

Конечно, все перечисленные идеи сегодня имеют лишь историческое значение. Но их обилие и увлеченная разработка свидетельствуют, что на протяжении минувших после Ньютона столетий ученые никак не могли согласиться с его «действием на расстоянии»... И они упрямо искали промежуточное звено, которое, подобно мосту, соединило бы Солнце с планетами, планеты — с молекулами их атмосфер и вообще любые две материальные точки Вселенной.

ТЯГОТЕНИЕ И ВРЕМЯ

Не могли ученые согласиться и с другим утверждением Ньютона — о мгновенности распространения силы притяжения. Простой здравый смысл сопротивляется такому представлению. В числе оппонентов оказался и знаменитый французский астроном и математик Пьер Лаплас — создатель первой космогонической теории, носящей его имя.

Рядом остроумных расчетов он хотел определить скорость распространения силы тяготения, но получал фантастически большую величину. Увы! В его рассуждение с самого начала вкралась логическая неточность.

Лаплас сделал попытку проанализировать методом математического анализа и другой сложнейший вопрос из области тяготения — прозрачна ли для него материя или поставленный на его пути экран поглотит его, как толща стекла поглощает лучи света?

Однако и сегодня еще нет ответа ни на первый, ни на второй вопросы.

В 1888 году серьезными теоретическими выкладками занялся венский специалист Гиппергер. Выходило, что скорость тяготения минимум в 500 раз превышает скорость света!

В 1927 году аналогичный вывод сделал немецкий математик Беккер. Это было уже после создания теории относительности Эйнштейном. Конечно, ни один из описанных вариантов не претендует на то, чтобы стать окончательной истиной.



Два века длилась дискуссия о физической сущности закона Ньютона. Страсти подогревались еще и тем, что со временем он перестал казаться универсальным. Были случаи, когда пасовал он перед фактами, когда не мог объяснить того или иного явления.

Вот некоторые примеры.

Первый из них — пародокс, открытый немецким ученым Зеелигером и носящий его имя. Поскольку Вселенная бесконечна и равномерно заполнена веществом, Зеелигер попробовал рассчитать по закону Ньютона силу тяготения, создаваемую всей массой необъятной Вселенной в какой-нибудь ее точке.

Это была не простая с позиции чистой математики задача. Преодолев трудности сложнейших преобразований, Зеелигер пришел к выводу, что искомая сила тяготения пропорциональна радиусу Вселенной. А раз этот радиус равен бесконечности, то и сила тяготения должна быть бесконечно большой. Однако практически мы этого не наблюдаем. Значит, закон всемирного тяготения не применим ко всей Вселенной...

Впрочем, возможны и другие объяснения парадокса. Ну, скажем, можно предположить, что вещество не равномерно заполняет Вселенную, а плотность его постепенно убывает и наконец где-то очень далеко материи нет совсем. Но предположить такую картину — значит, допустить, что существует пространство без материи, то есть вообще прийти к абсурду. Можно считать, что сила тяготения ослабевает быстрее, чем растет квадрат расстояния. Но это ставит под сомнение стройность закона Ньютона. Нет, и это не удовлетворило ученых... Парадокс долго оставался парадоксом.

Другой «странный» факт принесли наблюдения за движением Меркурия — ближайшей к Солнцу планеты. Точные вычисления по формуле Ньютона показали, что перигелий — наиболее близкая к Солнцу точка эллипса, по которому движется Меркурий, — должен смещаться на 531 угловую секунду за 100 лет. А астрономы установили, что смещение равно 573 угловым секундам. Куда же деть этот избыток — 42 угловые секунды?

Расшифровал и парадокс Зеелигера, и смещение перигелия Меркурия, и многие другие необъяснимые факты Альберт Эйнштейн. Один из самых великих, если не самый великий, физик всех времен и народов.

К числу досадных «мелочей» относился и вопрос об «эфирном ветре».

Вроде бы вопрос этот прямо проблемы тяготения не касается. Относился он к оптике, к свету. Точнее, к его скорости.

Впервые скорость света определил датский астроном Ремер, наблюдавший затмение спутников Юпитера еще в 1675 году. Американский физик Альберт Майкельсон в конце прошлого века провел серию опытов в земных условиях, пользуясь сконструированными им аппаратами. Кстати, в 1927 году он дал для скорости света значение $299\,796 \pm 4$ км/сек — это и сегодня считается лучшим результатом... Но суть дела в другом. В 1880 году он решил исследовать эфирный ветер, чтобы наконец установить существование того самого эфира, наличием которого пытались объяснить и передачу гравитационного взаимодействия, и передачу световых волн.

Майкельсон был, вероятно, самым замечательным экспериментатором своего времени. Он располагал великолепными приборами и был почти уверен в успехе.

Опыт был задуман такой. Земля движется по своей орбите со скоростью около 30 км/сек. Движется через эфир. Значит, скорость света от

источника, стоящего впереди приемника относительно движения Земли, будет большей, чем от источника, стоящего с другой стороны. В первом случае к скорости света должна прибавиться скорость планеты, во втором случае скорость света должна уменьшиться на эту величину...

Но скорость движения Земли по орбите вокруг Солнца составляет всего одну десятитысячную скорости света. Обнаружить столб небольшое слагаемое очень нелегко. Однако не зря называли Майкельсона «королем точности». Он применил хитроумный способ: ресцептил луч на два равных потока и направил их во взаимно перпендикулярных направлениях: вдоль меридиана и по параллели. Отразившись от зеркал, лучи возвращались. Если бы идущий по параллели луч испытал влияние эфирного ветра, при сложении его с меридиальным лучом возникли бы интерференционные полосы, волны двух лучей оказались бы сдвинутыми по фазе.

Майкельсону было трудно отмерить пути обоих лучей, чтобы они были абсолютно одинаковыми. Поэтому он поставил аппарат так, чтобы интерференционных полос не было, а затем повернул его на девяносто градусов. Меридиональный луч стал широтным и наоборот. Вот теперь-то, если есть эфирный ветер, «обязаны» появиться черные и светлые полоски на шкале под микроскопом! Но... они не появились!

Возможно, при повороте аппарата ученый сдвинул его. Он настроил его в полдень и закрепил. Ведь Земля не только летит вокруг Солнца, она еще вращается вокруг оси. И в разное время суток широтный луч занимает различное положение относительно встречного эфирного ветра... Вот теперь-то, когда прибор строго неподвижен, можно не сомневаться в точности опыта.

Интерференционных полос снова не оказалось...

Опыт был проведен много раз — и Майкельсон, а вместе с ним все по существу физики того времени были поражены. «Эфирного ветра» не обнаружилось! Свет во все стороны распространялся одинаково!

Майкельсон еще и еще повторял опыт, совершенствовал приборы и наконец добился почти невероятной точности измерений, на порядок большей, чем необходимо было для успеха. И опять ничего!

ПЕРВОЕ ОТКРЫТИЕ АЛЬБЕРТА ЭЙНШТЕЙНА

Однажды у Альберта Эйнштейна спросили:

— Как вы пришли к вашей специальной теории относительности? При каких обстоятельствах осенила вас гениальная догадка?

Ученый ответил:

— Мне всегда представлялось, что дело обстоит именно так...

Может быть, ему не хотелось откровенничать; может быть, он стремился отделаться от докучливого собеседника... Да и в самом деле, разве можно точно установить, когда в первый раз мелькнула догадка, яркая, как молния... Потом началось развитие ее... А затем уже появились те пять страниц, насыщенных формулами, которые были опубликованы в физическом журнале. Страницы, открывшие новую эру в физике...

Представьте себе в пространстве звездолет. Сразу предупредим: он очень своеобразный, такой, о каком вы и в фантастических рассказах не читали. Длина его — 300 000 км, а скорость — ну, допустим, 240 000 км/сек. И пролетает этот звездолет мимо одной из промежуточных в космосе платформ, не останавливаясь. На полной скорости.

На палубе звездолета стоит с часами один из его пассажиров. А мы с вами стоим на платформе — ее длина должна соответствовать величине звездолета — 300 000 км, иначе он не сможет пристать к ней. И в руках у нас тоже часы.

Мы замечаем: в тот миг, когда нос корабля поравнялся с задней гранью платформы, на нем вспыхнул фонарь. Через секунду луч света — он распространяется в обе стороны, по движению звездолета и против него — достиг передней границы платформы. Мы не сомневаемся в этом, ибо знаем скорость света и нам удалось точно засечь по часам соответствующий момент. А на звездолете...

Космический корабль двигался навстречу лучу света, и мы совершенно определенно видели, что его корма озарилась в тот момент, когда она была где-то вблизи середины платформы. То есть луч света преодолел не 300 000 километров. Но...

Но пассажиры на палубе звездолета уверены в другом. Они уверены, что их луч пробежал все расстояние целиком, ведь он потратил на это полную секунду... Они тоже абсолютно точно засекли это по своим часам. Да и как может быть иначе: скорость света не зависит от скорости движения источника!..

Как же так? Нам, с неподвижной платформы, представляется одно, а им, на палубе звездолета, другое? В чем дело?

Надо заметить сразу: теория относительности Эйнштейна на первый взгляд абсолютно противоречит нашим установившимся представлениям о строении мира. Можно сказать, что она противоречит и «здравому смыслу», как мы привыкли его понимать. В утешение, может быть, стоит напомнить, что так называемый «здравый смысл» часто оказывался по-срамленным. И его обычно призывали на помощь реакционеры, сторонники умирающего, отживающего.

Вспомните, что и открытие шарообразности Земли противоречило «здравому смыслу». Как это люди могут жить на противоположной стороне и не падать в бездну?.. Для нас, когда шарообразность Земли стала фактом несомненным, всякое иное предположение бессмысленно и дико. Но оторвитесь от своего времени, представьте первое появление этой идеи, и вы поймете, как трудно было ее принять.

Ну, а разве легче было согласиться, что Земля не неподвижна, а летит по своей траектории в десятки раз быстрее пушечного ядра?

Все это очередные крушения «здравого смысла». Поэтому современные физики никогда не ссылаются на него.

Что же касается специальной теории относительности, то мир узнал о ней впервые в 1905 году из статьи, подписанной мало кому известным именем — Альберт Эйнштейн. И было ему в то время всего 26 лет.

Эйнштейн сделал из этого парадокса очень простое и логичное предположение: с точки зрения наблюдателя, находящегося на платформе,

в движущемся корабле прошло меньше времени, чем отмерили его наручные часы. А в звездолете ход времени замедлился по сравнению со временем на неподвижной платформе.

ЛАВИНА ПАРАДОКСАЛЬНЫХ СЛЕДСТВИЙ

Из этого предположения логически проистекали совершенно невозможные выводы. Значит, человек, едущий на работу в трамвае, в отличие от идущего тем же путем пешехода экономит время не только за счет скорости, оно вообще течет для него медленнее. Впрочем, не пытайтесь сохранить этим способом вечную молодость: если даже вы станете вагоновожатым и треть жизни проведете в трамвае, за тридцать лет вы выгадаете едва ли больше миллионной доли секунды. Чтобы выигрыш стал заметным, надо двигаться со скоростью, близкой к скорости света.

Замедление времени легче всего укладывается в формулу:

$$t_1 = t_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

Здесь t_1 — время, прошедшее по часам, находящимся в движущемся вагоне; t_0 — время на неподвижной платформе; v — скорость вагона; c — скорость света. По этой формуле можно произвести соответствующие расчеты и определить, насколько замедляется ход времени в едущем трамвае и в космической ракете. Но самое невероятное, что время вообще останавливается для тела, движущегося со скоростью света. И мы знаем материальные частицы, обладающие такой скоростью. Ну, например, фотоны. Мы говорим: диаметр нашей Галактики — 100 000 световых лет. Значит, для фотонов, пролетевших сквозь Вселенную и перенесших лучистую весть с одного рукава Галактики в другой, не прошло и мгновения.

Было бы очень удобно путешествовать таким образом на космическом корабле. Только мы разогнали его — и уже надо тормозить: прилетели в другую галактику! Мы бы даже не заметили миллионов и миллионов лет, сменившихся меж тем на Земле. Но увы! Другое следствие теории относительности делает наш полет вообще неосуществимым.

Оказывается, повышение скорости тел отражается и на их массе. Чем ближе скорость тела к скорости света, тем больше его масса. И для этого явления теория дает точную математическую формулу:

$$M = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Здесь M — масса движущегося тела; m — масса этого же тела в покое. Остальное нам известно.

Рассматривая эту зависимость, мы легко заметим, что при скорости тела, равной скорости света, масса его становится бесконечной, то есть она больше массы Земли, Солнца, Галактики, всей нашей Вселенной... Вот во что можно превратить и простой булыжник!

Это и накладывает ограничение, не дающее возможности ни одному материальному телу развить скорость света. Ведь по мере того как растет масса, все труднее и труднее разгонять ее. А бесконечную массу не сдвинет с места никакая сила...

Правда, природа сделала очень важное исключение из этого закона для целого класса частиц. Мы уже говорили о фотонах: они могут двигаться со скоростью света. Точнее, они не могут двигаться ни с какой иной скоростью. Немыслимо представить себе неподвижный фотон — в таком состоянии у него нет массы. Так же не имеют массы покоя нейтрино, и они тоже осуждены на вечный, безудержный полет сквозь пространство с предельно возможной в нашей Вселенной скоростью, не обгоняя свет и не отставая от него. Но у летящего со скоростью света фотона есть масса, которая даже может изменяться.

Приведем еще одну формулу, прямое следствие специальной теории относительности:

$$E = m \cdot c^2.$$

Будем иметь в виду, что E — собственная энергия тела, иначе называемая энергией покоя. А выражает формула поразительную вещь: каждая масса может быть представлена как некое количество энергии...

Не правда ли, каждое из перечисленных нами следствий специальной теории относительности удивительно, парадоксально!

И вот что интересно: не в конкретной своей форме, а как широкое философское положение эти следствия были предсказаны еще основоположниками диалектического материализма. О чем говорят они? О связях, которые соединяют энергию и массу, массу и скорость, скорость и время, скорость и длину движущегося предмета... Шире — они подтверждают единство материального мира, в котором нет изолированных в себе явлений.

Открытие Эйнштейна создало тот фундамент, на котором впервые в истории науки стало возможным выстроить стройное здание. Это здание — представление о том, как устроена наша Вселенная.

Но прежде хотя бы несколько слов об общей теории относительности, тоже принадлежащей Альберту Эйнштейну, ибо без нее фундамент так и остался бы фундаментом...

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Честно говоря, правильнее было бы назвать ее «теорией пространства» или «теорией гравитации». Но многие ученые даже помыслить не смеют о том, чтобы замахнуться на это творение Эйнштейна.

Как и специальная теория относительности, общая теория вытекает из положений диалектического материализма. Энгельс определял пространство, наряду со временем, как форму существования материи и добавлял, что «обе эти формы... без материи суть ничто, пустые представления, абстракции, существующие только в нашей голове».

Действительно, как может существовать без материи время, сам ход

которого измеряется движением материи? И пространство ведь не «очертить», если не отталкиваться от каких-то материальных точек. «Бескрайний океан пространства» имеет материальные «берега» или испещрен материальными «островами». Мы уже говорили об этом в первой главе книги.

Общая теория относительности установила взаимозависимость между материей, временем и пространством, которая оказалась сильнее, чем предполагал Энгельс. Пространство и время не только невозможно представить отдельно от наполняющей их материи, но и свойства их зависят от нее.

Эйнштейн опубликовал общую теорию относительности в 1916 году, а работал над ней девять лет. Наивно даже пытаться здесь изложить ее на нескольких страницах, не используя математических формул. Поэтому мы снова вынуждены указать лишь отправной пункт рассуждений и привести некоторые важные выводы.

...В начале космического путешествия неожиданная катастрофа разрушила библиотеку, фильмофонд и другие хранилища разума. И забыта в смене веков природа родной планеты. Забыт даже закон всемирного тяготения, ибо ракета летит в межгалактическом пространстве, где оно почти не ощущается.

Однако бесперебойно работают двигатели корабля, практически неограничен запас энергии в аккумуляторах. Большую часть времени звездолет движется по инерции, и жители его привыкли к невесомости. Но иногда включают они двигатели и замедляют или повышают скорость. Когда реактивные сопла полыхают в пустоту бесцветным пламенем и корабль получает ускорение, люди ощущают, что тела их становятся весомыми, они вынуждены ходить по коридорам, а не «парить в воздухе».

И вот, наконец, ракета подлетает к одной из звезд, ложится на орбиту вокруг наиболее подходящей планеты, совершает посадку. Астронавты выходят наружу, ступают по покрытой свежей зеленью почве, непрерывно испытывая чувство тяжести, знакомое по тому времени, когда их корабль увеличивал скорость. Но ведь планета движется равномерно. Не может же она лететь им навстречу с постоянным ускорением в 9,8 м/сек²! И у них возникает первое предположение, что гравитационное поле, сила притяжения и ускорения дают один и тот же эффект, а может быть, имеют и общую природу...

Никто из наших современников-землян не был в таком длительном полете, но явление «утяжеления» и «облегчения» своего тела знакомо многим. При спуске на обыкновенном лифте вы испытываете внезапную потерю веса, а при подъеме, наоборот, пол с большей, чем обычно, силой давит вам на ноги.

Но одно ощущение еще ничего не доказывает. Оно может быть и ошибочным. Ученые подвергли ощущения опытной проверке. Еще Ньютон задумался над странной торжественностью двух явлений. Он попытался дать им цифровые характеристики. Измерив гравитационную и инерционную массы, он убедился, что величины их всегда строго равны друг другу. Из каких только материалов не делал он маятники своей установки: из серебра, свинца, стекла, соли, дерева, воды, золота, песка, пшеницы...

Результат был один и тот же. И Ньютон пришел к выводу, что вес тел на поверхности Земли пропорционален их массам... Правда, это было справедливо только в рамках точности проведенных им опытов. А они были невелики — всего до сотых долей процента.

В 1862 году соответствующие измерения, повысив точность в десять раз, провел немецкий естествоиспытатель и астроном Фридрих Бессель. Он также работал с маятниками, изготовленными из разных материалов, и получил результаты, аналогичные результатам Ньютона.

В конце XIX века проверкой занялся венгерский физик Роланд Этвеш. Прошедшие три десятка лет интенсивного совершенствования измерительных приборов позволили ему увеличить точность опытов в десять тысяч раз. И опять абсолютное совпадение инерционной и гравитационной масс! Несколько позже свои исследования Этвеш перенес в мир атома — и для атомных ядер был справедлив тот же вывод.

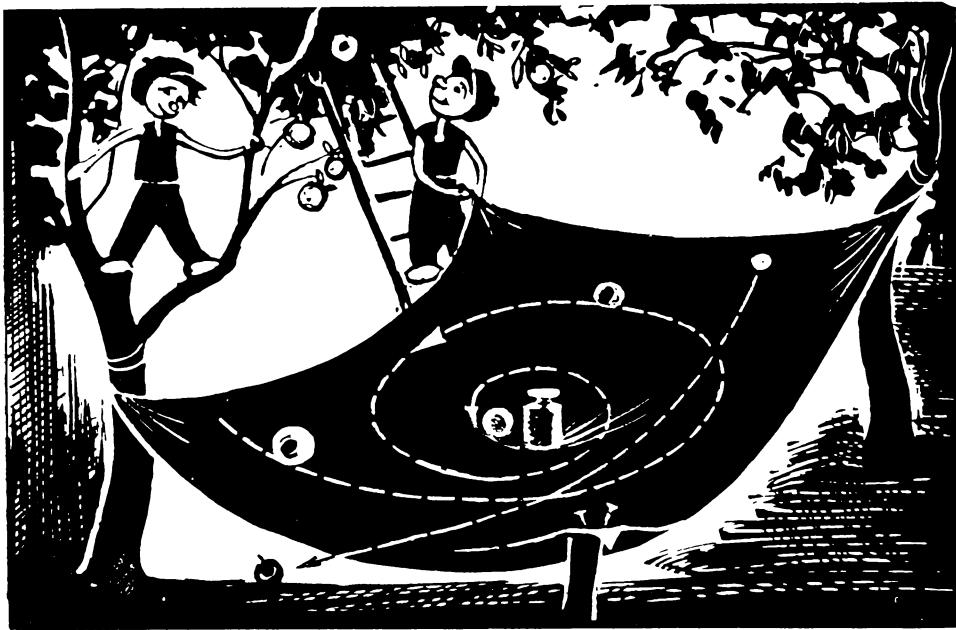
В последние годы ученые еще раз вернулись к этому вопросу. Точность измерений удалось повысить еще в сто раз. Результат оставался все тем же...

Для Ньютона факт совпадения инерционной и гравитационной масс не имел принципиального значения. Это казалось скорее случаем, чем фундаментальным законом природы. Эйнштейн сделал из него гениальный вывод. Он показал, что в любом физическом явлении действия гравитационного поля и инерционных ускорений взаимозаменяемы. Ведь для наших межгалактических путешественников было неразличимо никакими приборами действие ускоренно летящего корабля и притяжение «неподвижной» планеты. И совсем в недавние времена, когда еще было неясно, может ли человек переносить длительно состояние невесомости, уверенно утверждали, что ускорение космических кораблей заменит в случае необходимости действие силы тяжести, к которому привык организм землян.

«Принцип эквивалентности», о котором мы говорили, и лежит в основе общей теории относительности, хотя современная ее интерпретация уже в этом принципе не нуждается. Опуская математические выводы, перейдем прямо к некоторым следствиям общей теории относительности.

Наличие больших масс материи сильно влияет на окружающее пространство. Оно приводит к изменениям в нем, которые можно определить как неоднородности пространства. Эти неоднородности направляют движение каких бы то ни было масс, которые оказываются вблизи притягивающего тела.

Обычно прибегают к такой аналогии. Представьте себе туго натянутый на раму параллельно земной поверхности холст. Положите на него тяжелую гирю. Это будет наша большая притягивающая масса. Она, конечно, прогнет холст и окажется в некотором углублении. Теперь катните по этому холсту шарик таким образом, чтобы часть его пути пролегла рядом с притягивающей массой. В зависимости от того, как будетпущен шарик, возможны три варианта. Первый: шарик пролетит достаточно далеко от созданного прогиба полотна углубления и не изменит своего движения. Второй: он заденет углубление, и линия его движения



Обыкновенный холст может моделировать таинственную силу притяжения

изогнется в сторону притягивающей массы. Третий: он попадет в эту лунку, не сможет из нее выбраться и совершил один-два оборота вокруг тяготеющей массы.

Не правда ли, третий вариант красиво моделирует захват звездой или планетой неосторожно попавшего в поле ее притяжения постороннего тела? А второй — изгиб траектории тела, летящего со скоростью, большей, чем возможная скорость захвата! Первый же вариант аналогичен пролету вне практической досягаемости поля тяготения. Да, именно практической, ибо теоретически поле тяготения безгранично.

Конечно, это очень отдаленная аналогия, в первую очередь потому, что никто не может себе реально представить прогиба нашего трехмерного пространства. В чем физический смысл этого прогиба, или кривизны, как чаще говорят, никто не знает.

Для того чтобы стало более понятно, что такое «кривизна пространства», приведем его математическую модель.

Выберем во Вселенной точку, кривизну пространства в которой мы хотим узнать. Проведем через нее любым образом ориентированную плоскость. Построим на ней вокруг точки разносторонний треугольник. Постараемся, чтобы стороны его были очень прямыми — образуем их лучами света. Если этот треугольник достаточно велик, сумма углов его в радианах не будет равна «пи» — ведь плоскость-то мы провели в изогнутом пространстве. Вычтем из «пи» полученную цифру и узнаем, чему равен так называемый сферический избыток.

Теперь начнем «стягивать» треугольник вокруг интересующей нас точки. И сферический избыток, и площадь треугольника будут стремиться при этом к нулю. Предел отношения первого ко второму и есть кривизна в данном месте в направлении, перпендикулярном к проведенной нами плоскости.

В однородной изотропной Вселенной кривизна в любой точке не зависит от избранного направления этого перпендикуляра, или, проще, от ориентации избранной плоскости: она во всех направлениях одинакова.

Кривизна пространства Вселенной определяет замкнуто это пространство само на себя или нет. Если кривизна равна нулю или отрицательна, пространство разомкнуто. Если она положительна — замкнуто.

Из общей теории относительности следует, что любое материальное тело может двигаться в поле тяготения только по кривым линиям. Лишь в частных, особых случаях кривая превращается в прямую.

Этому правилу подчиняется и луч света, состоящий из фотонов, которые имеют в полете определенную массу. И на нее так же оказывает свое действие поле тяготения, как и на молекулу, астероид или планету.

Другой важный вывод состоит в том, что поле тяготения измеряет и ход времени. Вблизи большой притягивающей массы в создаваемом ею сильном гравитационном поле ход времени должен быть более медленным, чем вдали от нее.

Видите, и общая теория относительности чревата парадоксальными выводами, способными еще и еще раз пошатнуть позиции нашего «здравого смысла»!

ЕДИНСТВЕННЫЙ КРИТЕРИЙ — ОПЫТ

Так что же, всего на двух фактах, один из которых — опыт Майкельсона — и сегодня не может считаться бесспорным, а другой — тождество величин притягивающих и инерционных масс — похож на случайное совпадение, держатся два парадоксальных, хотя и очень стройных, с точки зрения абстрактной математики, построения? Не слишком ли это мало для обоснования теорий о строении всей нашей Вселенной?!

Но в тех случаях, когда предсказанные явления бывают обнаружены и достаточно точно соответствуют предсказанию, они становятся фундаментальными основаниями теории, свидетельствуют о ее большем или меньшем соответствии истине.

Первое подтверждение специальной теории относительности принесли наблюдения явлений микромира.

Помните: с приближением скорости движущейся частицы к скорости света масса ее быстро начинает расти? Уже при 0,8 скорости света она почти удваивается. Ну, какому еще телу, кроме элементарной частицы, можем мы сегодня сообщить скорость 240 000 км/сек?! Современная физическая лаборатория позволяет «поставить опыт» с электроном. И это, конечно, постарались сделать.

Для того чтобы выяснить, увеличивается ли масса электрона, его предложили столкнуть с другим электроном, но не летящим вдогонку за светом, а неподвижным. Результаты этого столкновения должны зави-

сеть от величины массы первого электрона. Если его масса не увеличится, после удара электроны разлетятся во взаимно противоположные стороны, перпендикулярные к направлению полета первого электрона. Если его масса больше, чем у покоящегося, оба должны устремиться туда, куда летел первый электрон. И чем больше его масса, тем меньшим будет угол между их траекториями.

Оказалось, что электроны летят в одном направлении. И угол между ними точно соответствует расчетному.

Это было великолепнейшим подтверждением одного из выводов специальной теории относительности, а значит, и всей теории.

Сегодня сомнений в ее применимости, когда мы имеем дело с частицами, движущимися с большой скоростью, нет ни у кого. Мало того, без учета ее эффектов невозможно проектировать многие приборы и машины.

Наверное, не надо объяснять здесь подробно, для чего нужны ускорители элементарных частиц самых разнообразных видов. Существуют такие ускорители и для электронов.

Ускоритель, который может придать потоку электронов энергию в 300 миллионов электрон-вольт, не вызовет уже удивления: есть и более мощные установки. Кстати, один электрон-вольт энергии электрон получает, разгоняясь в поле, имеющем разность потенциалов в один вольт. Так вот, если бы не было эффекта возрастания массы, если бы и при больших скоростях были справедливы законы Ньютона, то разогнавшись в поле, имеющем разность потенциалов 300 миллионов вольт, электроны должны были бы приобрести скорость 10 500 000 км/сек, то есть в 35 раз больше скорости света. В ускорителе электроны действительно движутся очень быстро, всего на несколько сотен метров в секунду отставая от скорости света. Это как раз та скорость, которая должна быть, учитывая эффект теории относительности, или, как обычно говорят физики, релятивистский эффект.

Мы привели всего два примера, показывающих, как четко сбываются предсказания специальной теории относительности. Так же четко подтвердились и выводы общей теории. Вспомните, что согласно этой теории, в сильном поле тяготения траектория луча света искривляется подобно тому, как под действием тяготения Земли искривляется траектория камня, брошенного параллельно ее поверхности. Ведь луч света, как и камень, обладает массой. Правда, масса луча очень мала, а скорость движения очень велика; значит, чтобы обнаружить искривление его траектории, надо иметь очень сильное поле тяготения. Но оно есть в природе недалеко от нас — это поле тяготения Солнца.

Во время солнечного затмения 29 мая 1919 года астрономы сфотографировали звезды, находящиеся около нашего светила. Этот же участок неба был сфотографирован в другой раз, когда Солнце ушло далеко от него. Снимки наложили, и звезды не совпали друг с другом. Нет, это не они передвинулись со своих мест, их действительные перемещения несравненно меньше. Это могучее притяжение Солнца искривило лучи света, и на первом снимке звезды оказались как бы смешенными. Величина этого смещения, по данным восьми независимых определений, с точ-

ностью до 12 процентов совпала с предсказанной теорией относительности.

Благодаря Эйнштейну наука сумела объяснить — еще раз повторим это — «неправильность», с точки зрения старой небесной механики, перемещения перигелия Меркурия, найти величину появления тех 42 лишних угловых секунд, так долго смущавших астрономов.

Еще одно подтверждение общей теории пришло с лучами света далеких звезд. Речь идет о замедлении хода времени вблизи большой притягивающей массы. Ученые давно известны сверхплотные очень тяжелые звезды, такие, к примеру, как белый карлик — спутник Сириуса. В лучах звезд содержатся кванты с частотами, рожденными собственными колебаниями некоторых атомов. Как своеобразные колебательные радиоконтуры с неизменяемыми параметрами схемы, они излучают волны только определенной длины. Но если там, где находятся эти атомы, ход времени замедлен, то и колебаться они должны по нашим часам с меньшей частотой. И частоты, излучаемые этими атомами, должны оказаться сдвинутыми в красную сторону спектра.

Тщательные исследования подтвердили: да, лучи от некоторых особенно массивных звезд действительно сдвинуты и действительно в красную сторону...

Вот на этих-то двух теориях относительности, раскрывших непонятные для классической физики явления, предсказавших целый ряд новых явлений, блестяще подтвердившихся, и основывается новая картина нашей Вселенной.

СКОЛЬКО ЛЕТ ВСЕЛЕННОЙ?

Передо мной толстая книга в тяжелом кожаном переплете — одна из частей четырехтомника «Житие святых». На титульном листе сообщается, что книга эта издана «повелением... императора Николая Павловича... в лето от сотворения мира 7339».

По нашему летосчислению это соответствует 1831 году. Православная церковь считала, что сотворение мира состоялось в 5508 году до нашей эры. А английский епископ Лайфут «уточнил», что мир еще моложе — господь бог создал его 23 октября 4004 года до нашей эры. Как видите, совсем недавно...

Впрочем, в эту дату мало кто верил. Слишком уж противоречила она даже самым поверхностным наблюдениям природы. Люди видели глубокие русла рек: прикидочный расчет показывал, что им сотни тысяч лет. Люди видели толстые слои осадочных пород: чтобы накопились такие слои, нужны сотни миллионов лет.

Вставал и другой вопрос: а что следует называть миром? Библия отвечала: нашу Землю. А между тем астрономы еженощно созерцали целый ряд иных миров — планет Солнечной системы. Они догадались, что звезды — это другие солнца, и у каждой звезды могут быть свои планеты...

По мере развития науки понятие о Вселенной многократно менялось.

Перейдем сразу к первым действительно научным теориям, к Вселенной, которую принято сейчас называть «Вселенной Ньютона».

Она не могла не быть бесконечной в пространстве и во времени. Ведь Ньютон вывел закон всемирного тяготения. И если бы Вселенная не была бесконечной, то она неизбежно имела бы общий центр тяжести и к этому центру неизбежно стянулось бы все ее вещества. Дальнейшие логические рассуждения приводят к выводу, что бесконечная Вселенная не могла образоваться в конечное время. Ну, а раз у Вселенной не было начала, значит, не будет и конца.

Представления эти казались вполне логичными и отвечающими истинному положению вещей, если бы не несколько «досадных мелочей», портивших стройную картину.

По теории Эйнштейна, как нам уже известно, всемирное тяготение сводится к искривлению пространства вблизи больших гравитационных масс, причем оно становится замкнутым. Ничто не может вылететь за его пределы. Ни ракета, какую бы сумасшедшую скорость ей ни придали, ни луч света, ни квант какого-либо другого излучения. И так же его нельзя достичь извне Вселенной. Поэтому и не «замечаем» мы ни сплошного свечения неба, ни других «парадоксов».

Конечно, такая «замкнутая на себя» Вселенная была громадна. Она включала все известные нам звезды и галактики, оставляя немало места и для неизвестных галактик. Там происходил полный кругооборот материи: рождались, жили расточительной лучезарной жизнью звезды — и умирали, возникали галактики — и распадались... Альберт Эйнштейн описал эту Вселенную десятью чрезвычайно сложными уравнениями. Они принадлежали к так называемым нелинейным дифференциальным уравнениям, строгого решения которых современная математика не знает. Чтобы применить такие уравнения, надо упростить или их, или начальные условия.

И Эйнштейн упростил уравнения. К тому же он находился во власти предвзятой идеи. Он был заранее убежден в стационарности, неподвижности открытой им Вселенной. И когда решение уравнений не давало ожидаемой картины, он стал менять их структуру, вводить в них новые члены. Но и эти ухищрения не помогали. И не могли помочь, потому что Вселенная не стационарна.

Обнаружить эту истину выпало на долю советского математика А. А. Фридмана, о котором мы рассказывали выше. Творческий расцвет этого ученого совпал с трудными годами — становлением нашей страны в огне революции. Фридман работал в нетопленых лабораториях, читал лекции в полутемных, промороженных аудиториях. Видно, его тоже мучили сомнения в правильности нарисованной Эйнштейном картины мира. Фридман принял только одно предварительное условие: Вселенная в среднем однородна, галактики распределены в ней примерно с одинаковой плотностью. И у Фридмана получилось... Получилось, что галактики не могут оставаться на неизменных расстояниях друг от друга. Эти расстояния должны непрерывно изменяться. Сдвинулись с места и со скоростью света начали разлетаться во все стороны границы замкнутого пространства. Сдвинулись и начали разлетаться галактики. Если Эйн-

штейн открыл нам нашу Вселенную, то Фридман привел ее в движение. Он умер в 1925 году, не доживя лишь несколько лет до окончательного подтверждения истинности своих вычислений.

Оно пришло в 1929 году. Американец Эдвин Хаббл, изучая спектры галактик, выявил, что спектральные линии в них отклоняются в сторону красного цвета. И чем дальше отстоит от нас Галактика, тем больше отклонение. Хаббл объяснил это явление эффектом Допплера, относящимся к звуку, — и выходило, что все наблюдаемые галактики «разбегаются» друг от друга. Значит, Вселенная непрестанно расширяется. Значит, Фридман был прав.

Но мы собирались установить возраст Вселенной. Каким же способом его определить? Да сам факт разлета Вселенной дает возможность это сделать. Ведь если провести некоторые расчеты, можно узнать, сколько лет потребовалось галактикам, чтобы разлететься из одного клубка, из одной точки. И такие расчеты показали: большой взрыв, положивший начало существованию нашей Вселенной, произошел 10—15 миллиардов лет назад.

Астрофизики смогли косвенно проверить эти данные по возрасту некоторых звезд, применив спектральный анализ. В нем содержится не только качественная, но и количественная химическая характеристика звезд: сколько в их составе водорода, гелия, железа... А по составу звезды можно представить себе, как она живет, чем поддерживает свое щедре сияние. Так, скажем, по количеству золы легко понять, долго ли жгли костер. «Золой» для многих звезд является гелий. Выбрав объектом Солнце, ученые подсчитали, что его «служба» длится уже около 10 миллиардов лет. Что ж, неплохое подтверждение: значит, Солнце возникло или одновременно со всей Вселенной, или лишь немногим позже.

Есть на небе и «пожилые» звезды, «прожившие» 15 миллиардов лет. Но если бы даже удалось обнаружить звезды еще более «древние», это означало бы лишь, что они не принадлежат к нашей Вселенной. Видимо, большой взрыв, о котором шла речь, произошел в пространстве, уже заполненном материей, и эти звезды оказались захваченными веществом новой Вселенной.

В 1965 году, когда была открыта энергия квантов реликтового фона радиоизлучения, наука получила еще одно доказательство о времени рождения Вселенной — 10—15 миллиардов лет назад.

Но, может быть, авторы Библии имели в виду возраст Земли, а не Вселенной?

Мы уже говорили, что академик В. И. Вернадский предложил изучение долголетия земных недр радиоактивным методом, а в 1937 году организовал Международную комиссию по определению абсолютного возраста геологических пород. С тех пор весьма и весьма многие из них были исследованы. И оказалось, что земная кора образовалась не менее трех и не более пяти миллиардов лет назад.

В последние годы в руки ученых попали образцы лунного грунта. Конечно же, их тоже подвергли соответствующему «допросу». Образцы, доставленные из моря Спокойствия, насчитывают от 3 до 4 миллиардов лет, из океана Бурь — несколько моложе, а из моря Изобилия — наобо-

рот, несколько старше, им около 4,85 миллиарда лет. Казалось бы, это полностью соответствует возрасту Земли и Солнечной системы...

Однако подобное совпадение таит в себе новую загадку. Селенологи всегда считали, что лунные моря чрезвычайно молодые, так как на их поверхности в 14 раз меньше следов от ударов метеоритов, чем на поверхности материков. И если морям миллиарды лет, то материкам в таком случае — десятки миллиардов, и, значит, Луна в несколько раз старше нашей Вселенной!..

Вряд ли долго просуществует и эта загадка.

Вернемся снова к вопросу о возрасте мира. Что бы мы ни решили понимать под словом «мир»: Вселенную Эйнштейна — Фридмана или крохотную по своим масштабам Землю, можно твердо сказать: свидетельства Библии, с которых начался наш рассказ, не имеют ничего общего с объективными данными, накопленными наукой.

Не Библия, а наука набросала контуры грандиозной картины рождения Вселенной. Конечно, дальнейшее развитие науки позволит выявить новые штрихи и детали этого рисунка. Но основные его линии, видимо, нанесены накрепко.

КАСАЯСЬ ПЛАМЕНИ ФОРМУЛ...

Среди целого ряда попыток объяснить механизм тяготения стоит остановиться на гидродинамической модели профессора К. П. Станюковича. Наиболее подробно она изложена в книге «Гравитационное поле и элементарные частицы». В настоящее время его гипотеза — насквозь математическая — обсуждается учеными. И конечно, далеко не все и далеко не сразу разделяют его идеи.

...Я листаю страницы упомянутой книги, пронираюсь сквозь колючий кустарник формул. И мне постепенно открывается путь разумий автора, путь, которым пришел он к своим изумляющим выводам.

Мне кажется, что родилась эта цепь математических умозаключений с очень простого и вечного человеческого чувства — с сомнения. С того самого, которое заставляло бунтовать мифического байронского Каина и вполне реального Галилео Галилея. Сомнения в справедливости вещей, которые большинству людей кажутся сами собой разумеющимися, раз и навсегда установленными. Наверно, тем и отличается умченого, что он умеет подвергнуть сомнению самое очевидное в мире...

Я постараюсь рассказать популярно то, что скрыто от непосвященных математическим шифром многоэтажных интегралов и дифференциальных уравнений.

В настоящее время уже хорошо изучено электромагнитное поле. Твердо установлено, что оно состоит из отдельных элементарных частиц, обладающих свойствами волн и корпускул одновременно. Эти частицы, когда речь идет о видимом участке электромагнитного спектра, называют фотонами. А для всех других участков — квантами. Наличие фотонов и квантов, их свойства подтверждены многочисленными опытами.

К. П. Станюкович пробует подойти с этих же позиций и к гравитаци-

онному полю. Кстати, попытки квантовать поле тяготения, представить его состоящим из отдельных частиц — гравитонов — предпринимались неоднократно. И вот рождается первая схема...

Существуют элементарные частицы — порции — тяготения, так называемые гравитоны, самопроизвольно испускаемые телами. Поскольку все элементарные частицы постоянно совершают колебания с частотой порядка 10^{22} — 10^{24} герц и эти колебания происходят не в пустоте, которой нет, а в среде с противодавлением, то можно предположить, что за каждую пульсацию частица отдает ничтожно малую порцию энергии в окружающую среду. Эту излученную энергию мы и назовем гравитоном. Далее предположим, что число излученных гравитонов при заданной степени возбуждения пропорционально массе частицы, которая излучает эти гравитоны. Сразу же заметим: гравитон настолько же меньше элементарной частицы, насколько пылинка меньше земного шара.

Представим себе такую гидродинамическую модель. Две трубки, открытые с концов, установлены так, что отверстия их находятся на некотором расстоянии друг от друга. В трубках горит взрывчатое вещество, и газы горения устремляются в отверстия обеих трубок.

На первый взгляд кажется, что трубки будут отталкиваться друг от друга струями газов. Однако происходит обратное: трубки сближаются. Дело в том, что между ними возникает область повышенного давления, истечение в нее уменьшается, и реактивная сила струй, истекающих в противоположные отверстия, сближает трубки.

Теперь представим себе два тела, излучающих во все стороны гравитоны. Напряженность гравитационного поля между телами будет, конечно, больше, чем по сторонам, и излучение гравитонов из обоих тел в сторону этого наиболее напряженного поля будет меньше, чем в другие стороны. Реактивное действие гравитонов, выбрасываемых в противоположных направлениях, и толкает, притягивает тела...

Мне видится ученый, впервые пытающийся объяснить этот механизм.

Под пером быстро набегают друг на друга математические знаки. Стока... Другая... Вот уже несколько страниц исписано формулами...

А за ними встает чисто физическая картина. Пульсирующие элементарные частицы — электроны, нуклоны... Выбрасываемые ими при каждой пульсации гравитоны... Взаимодействие этих гравитонов — вполне реальных, ощутимых частиц — и осуществляет механизм притяжения.

Расчеты показывают: получается! Тела притягиваются друг к другу именно так, как это описывают формулы. Формула Ньютона возникает из этого механизма столь же закономерно, как цыпленок из яйца. Но...

Перед ученым другая картина — наша Вселенная, по мысли Эйнштейна. Бескрайнее пространство — время, замкнутое само на себя.

Во Вселенной Эйнштейна предложенный Станюковичем механизм тяготения не смог бы функционировать. В этом неподвижном, статическом мире все процессы обратимы. В частицы, излучающие гравитоны, возвращается столько же гравитонов, сколько они испускают. Механизм приходит в равновесие и отказывается работать...

Иное дело — расширяющаяся Вселенная Фридмана. Она занимает все большее пространство, и, значит, все разреженное становится запол-

нение ее материей. Значит, все время меняется фон, окружающий каждую элементарную частицу. А раз изменяется фон, то должны изменяться и сами частицы, что-то должны они выбрасывать, чтобы прийти в равновесие с окружающей средой. (Так же выбрасывает растворенные в нем газы металл космической ракеты, заброшенной со дна воздушного океана в заоблачные дали ионосферы...) Это «что-то», несомненно, и есть гравитоны.

...Все это ложится на страницы бумаги рядами формул, наверное, тогда, при их рождении, перечеркнутыми, полными исправлений, не связанными даже теми островками общедоступного текста, которые теперь кое-где разбросаны по книге. Механизм тяготения согласуется с физической картиной мира, но... он противоречит законам квантовой механики. Законам, которые безраздельно господствуют в микромире, которые сотни тысяч раз подтверждены опытами.

Мне трудно подыскать пример, чтобы показать, насколько непреодолимо для ученого такое противоречие. Квантовая механика, все ее теоретические положения, ее уравнения воспринимаются сейчас как незыбленная, последняя истина. Ну, такая же, как таблица умножения. Предположим, что вы изобрели новый способ умножения и, используя его, получаете результат, не совпадающий с таблицей. Конечно же, вы заподозрите себя в ошибке, и это будет, безусловно, справедливо. Так же страшно и в физике сегодняшнего дня вступить в противоречие с положениями квантовой механики.

Да, это было трудно — усомниться в справедливости квантовой теории плоского пространства — времени, а она единозначно гласила: ни нуклоны, ни электроны не могут излучать гравитонов. Наверное, К. П. Станюкович сначала искал какие-то скрытые физические механизмы, которые могли бы спасти его построение. Может быть, он по временным был склонен отказаться от него. Может быть, и у него были минуты упадка сил. Но, к счастью, этого не случилось. Он задал другой вопрос: а права ли сама «таблица умножения» — квантовая теория?

И выяснилось, что она как раз не учитывает в своих формулах влияния гравитации. Это и понятно: гравитационные силы в 10^{-40} раз меньше электромагнитных сил, и ими легко можно пренебречь, но тем не менее они существуют. Ученый составляет новые формулы, в которых принимаются во внимание эти силы и то, что взаимодействие частиц микромира происходит в гравитационном поле. И сразу же все изменилось. Элементарные частицы не только могут, но должны, обязательно должны излучать гравитоны. То есть и в квантовую механику можно вносить поправки.

Передо мной — ряды торжествующих цифр. Величина гравитона, число их выбросов, в общем — количество выбрасываемой из элементарной частицы энергии показывается именно таким, какое необходимо для того, чтобы объяснить гравитационные взаимодействия. Что же, это опять просто совпадение? Вряд ли!

Но... снова опасность! Новая теория снова вступает в противоречие!

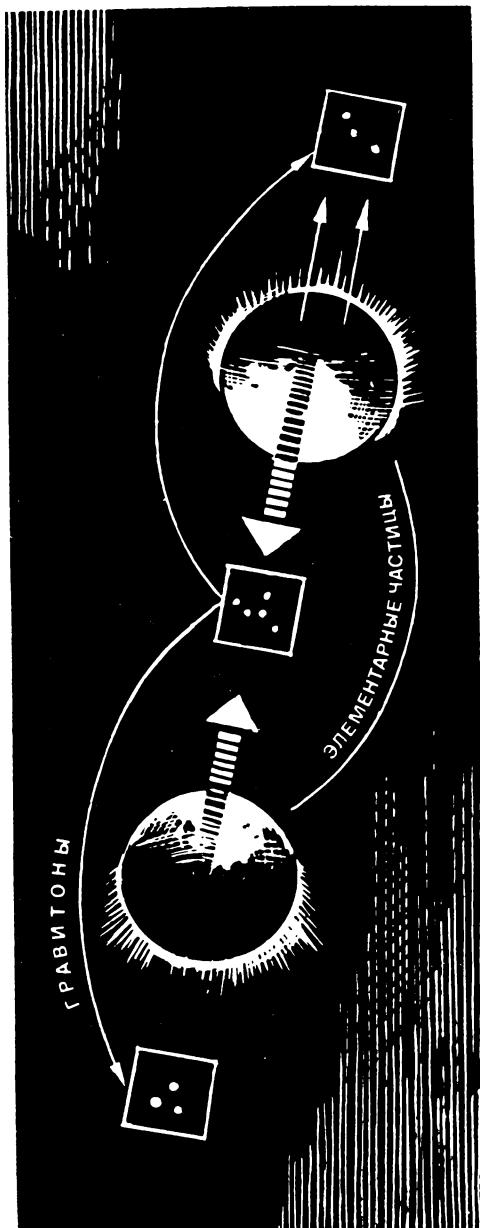
Есть такие величины — так называемые мировые константы, — которые считаются раз и навсегда неизменными. Ну, скажем, скорость света

в пустоте. Или — заряд электрона. Или — масса нуклона. Усомниться в том, что свет может иметь иную скорость в пустоте, чем 299 792 километра в секунду, почти то же самое, что усомниться в истинности той же таблицы умножения.

А ведь если нуклон непрерывно выбрасывает гравитоны, то как бы малы они ни были, все равно с ними уходит часть массы. И не только массы, а и заряда. Значит, заряд электрона — тоже не мировая константа?

И наверное, ученый долго думал, прежде чем решился замахнуться и на эти традиционно незыблевые, пожалуй, единственные постоянные, неизменные вещи, которые еще не бросила в вихрь перемен современная физика. Но дошла очередь и до них. Наверное, опорой ему была гениальная фраза Владимира Ильича Ленина: «Электрон так же неисчерпаем, как и атом». Ленин всегда помогал смелым!

Действительно, до тех пор, пока элементарная частица представлялась нам точкой, трудно было вести разговор о ее изменчивости. Точка — во всех мирах, на всех планетах — останется точкой. Но эволюция физики показала, что и электроны и нуклоны — это отнюдь не точки, а сложные структурные образования. Может быть, они имеют индивидуальные черты, как, скажем, имеют их люди. Ведь издали, пока различимы только общие контуры, — и люди кажутся одинаковыми. Но — приблизимся — и мы найдем массу отличий. Сегодня электроны и нуклоны мы видим только «на горизонте». Так почему же эти частицы должны быть



Механизм гравитационного тяготения можно объяснить выбросом крохотных частиц элементами материи

неизменными? Не противоречит ли такое представление диалектическому материализму, который единую материю в ее вечных переменах считает вечной?!

Впрочем, профессор Станюкович не был первым, поднявшим руку на мировые константы. Крупнейший французский математик Анри Пуанкаре — человек, в 1905 году, одновременно с Эйнштейном, построивший основы теории относительности, тоже высказал мысль, что мировые константы могут меняться. Но они меняются очень медленно, и мы просто не успеваем заметить их перемены. А может быть, причина и в другом.

Возьмем такой гипотетический случай. Идеально гладкая планета — ни гор, ни впадин. Идеально спокойная атмосфера. И жители этой планеты не имеют возможности ни подняться в воздух, ни углубиться в недра.

Тогда они измеряют температуру кипения воды. Получают опыт за опытом — 100 градусов. И объявляют эту температуру мировой константой.

И все-таки не просто поднять руку на мировые константы...

Знаменитый английский физик Поль Дирак осмелился посягнуть на постоянную гравитации, но не тронул других констант. И, расплачиваясь за недостаток смелости, последователи ученого, развивая его мысли, пришли к абсурдному результату. Мы уже знаем, что они должны были признать... возможность сотворения материи из ничего! Это ведет в мистику. Законы сохранения — единственные не ниспровергаемые законы, справедливые во всей Вселенной. И легче отказаться от мировых констант, чем от этих законов.

Четкая цепь математических рассуждений — и в грохоте формул рушатся мировые константы. Масса нуклонов изменяется со временем. Заряд нуклонов непрерывно убывает. Гравитационная постоянная возрастает. «Первозданные оси сдвинуты!» — воскликнул когда-то Валерий Брюсов.

Да, все течет, все изменяется... Эта великолепная догадка стихийных диалектиков классической древности только теперь становится понятной до конца. А на железном каркасе формул вырастают «побочные» выводы, каждый из которых — чуть ли не откровение.

Постоянная скорость света. Она постоянна лишь с нашей плотностью материи. А в других условиях она может быть и другой.

«Ничто не вечно под Луной». Но не вечна и Луна. Не вечна и Солнечная система, и Галактика, и даже та Вселенная, которая описывается уравнениями теории относительности Эйнштейна. Она имела начало. Какое? Член-корреспондент АН СССР Д. И. Блохинцев как-то сказал: «Вселенную сегодня физики могли бы создать искусственно. Это так просто! Нужны два сверхмощных ускорителя, работающих навстречу друг другу». Да, и мириады галактик могли вспыхнуть в результате столкновения двух сверхбыстрых частиц материи... В их скоростях, полученных в неведомом пока ускорителе, таялась масса всей нашей Вселенной.

И вот рожденные после гигантского взрыва элементарные частицы материи непрерывно излучают гравитоны. Их массы уменьшаются. Но

масса материи остается неизменной, во-первых, потому, что сами гравитоны обладают массой, во-вторых, потому, что, видимо, глубоко прав Д. Д. Иваненко, высказавший гипотезу, что гравитоны, сталкиваясь, могут порождать новые частицы. Не их ли имел в виду Дирак, ученый, безусловно стоящий на материалистических позициях, когда говорил о «рождении материи из ничего»? Может быть, он просто не заметил «субматерии» — мира гравитонов?

Ну, а что же такое — гравитоны? Заряд гравитона, читаю я в книге, равен 10^{-20} заряда электрона. Масса гравитона — 10^{-40} массы нуклона. То есть гравитоны на столько же, примерно, порядков меньше нуклонов, насколько нуклоны меньше образований нашего мира... Не спускаемся ли мы, коснувшись тайны гравитонов, на новую, еще более глубокую ступень организации материи, на ступень, следующую за миром так называемых элементарных частиц? Что принесет нам исследование этого мира с его необычными взаимодействиями, полями, законами? И не правильнее было бы поставить эту главу о гравитации — появлении существования «субчастиц» — впереди главы об элементарных частицах?

Кстати, вышеизложенная теория, по-видимому, может дать ответ на вопрос, почему сила тяжести убывает с расстоянием быстрее, чем следует из закона всемирного тяготения Ньютона.

Это гравитоны по пути превращаются в другие элементарные частицы. Так может объясняться знаменитый, причинивший столько неприятностей ученым парадокс Зеелигера.

Говорят, формулы бесстрашны и холодны. Я обжигал пальцы, листая страницы книги, о которой рассказал здесь.

ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ

А в действительности — существуют ли гравитоны? Обладают ли они волновыми свойствами? Что такое гравитационное поле? С какой скоростью оно распространяется? Ведь только опыт может ответить на эти вопросы. Но слишком малы, по предсказаниям теории, эффекты, вызываемые гравитационными волнами. Слишком мала их энергия, чтобы можно было легко уловить ее.

Гравитационные волны должны возникать при всяком колебании гравитационных масс. Величина их растет при увеличении массы движущегося тела и увеличении частоты колебаний. Ученые устремили глаза в микромир. Элементарные частицы колеблются чрезвычайно быстро. Но очень уж ничтожна их масса! Ученые припали к окулярам телескопов. Да что говорить, массы планет, массы двойных и тройных звезд нельзя считать маленькими. Но уж очень незначительны скорости их движения. И получается незаметной энергия гравитационных волн.

К примеру, гигант нашей Солнечной системы — Юпитер — в своем движении вокруг Солнца создает гравитационное излучение мощностью всего в 450 ватт! Попробуйте рассмотреть пятисотоваттную электрическую лампочку на таком расстоянии, когда даже сам диск планеты виден лишь точкой — звездочкой!

И все же ученые ставят задачу создать и генераторы, и приемники гравитационных волн — волн искривленного пространства. Отдаленно подобных волнам искривленной поверхности воды, в которую бросили камень.

Простейший генератор гравитационных волн — вращающийся стержень. Но при длине стержня в один метр и скорости вращения максимально допустимой (лишь такой, чтобы центробежные силы не разорвали его) мощность излучаемых им гравитационных волн окажется равной всего 10^{-30} эргам в секунду. Это будет настолько неощущимая величина, что ее практически невозможно будет обнаружить.

По другому пути решил пойти американский физик Джон Вебер. И генератор, и приемник гравитационных волн он предложил изготовить из пьезокристаллов.

Если вызвать колебания пьезокристалла высокочастотным электромагнитным полем, то он станет источником гравитационных волн.

Если эти гравитационные волны упадут на пьезокристалл, они вызовут его деформацию и появление электрических зарядов на его гранях.

Вот и весь принцип работы передатчика и приемника гравитационных волн. Не правда ли, он не более сложен, чем первый радиопередатчик Герца и радиоприемник Попова!

Но... Ученые произвели соответствующие прикидки. И снова оказалось, что поставить опыт практически невозможно. Пьезокристалл объемом в 50 кубометров сможет излучать гравитационные волны мощностью всего в одну десятитриллионную эрга в секунду. А приемник с таким же кристаллом сможет уловить гравитационные волны, имеющие мощность не менее одной стомиллионной эрга в секунду. Значит, приемник просто не услышит передатчика. Передатчик слишком маломощный, приемник слишком малочувствительный!

Подобный же опыт с пьезопластинками, но по более совершенной схеме разработали московские исследователи В. Брагинский и Г. Рукман. По расчетам, их схема позволяет довести мощность передатчика и чувствительность приемника до взаимоприемлемых величин. Приемник сможет «услышать» передатчик. Но им требуется 40 тысяч пьезопластинок из титаната бария. Величина каждой пластинки — квадратный метр!

Не прост и не дешев этот опыт!

И все же — сомнений нет — гравитационные волны будут обнаружены и изучены не хуже волн электромагнитного спектра.

Вспомните историю открытия электромагнитных волн. Их существование предсказал в 1865 году Джеймс Максвелл.

Впервые получил их в 1886—1889 годах Генрих Герц.

А первое практическое применение им нашел еще через шесть лет, в 1895 году, Александр Попов!

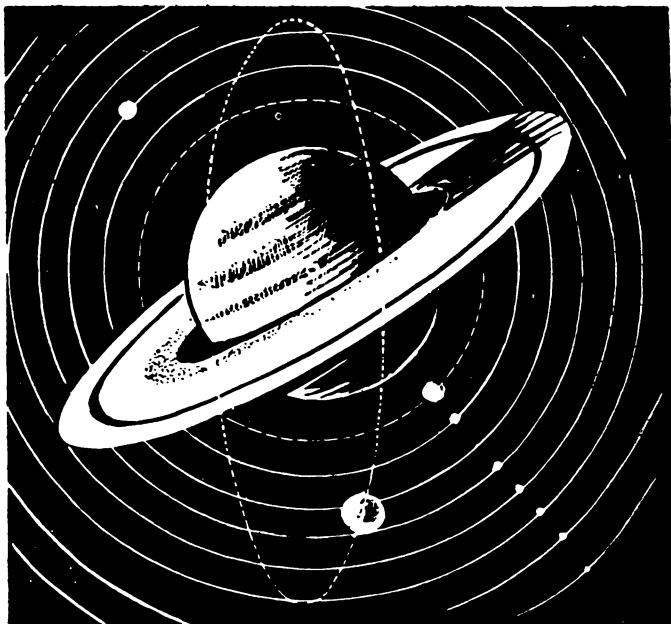
Гравитационные волны предсказаны Альбертом Эйнштейном в 1916 году...

На этом их история обрывается. Пока неизвестно ни имя ученого, который впервые получит их, ни имя ученого, который найдет им первое практическое применение.

Но нет сомнения, что мы узнаем эти имена.

9

ГЛАВА



ПЛАНЕТЫ,
ЗВЕЗДЫ,
ВСЕЛЕННАЯ

3

то подъем еще на одну ступень в организации материи. Опять количественное изменение, которое оборачивается качественным скачком. Масштаб охватываемого нами пространства снова вырастает в сто тысяч раз. Ведь диаметры планет колеблются от тысячи до примерно полутораста тысяч километров (диаметр гигантского шара Юпитера 139 760 километров!), а размеры единственной изученной планетной системы — Солнечной — около 12 000 000 000 километров (если считать Плутон крайней планетой).

Солнечная система!

Всего несколько столетий прошло с тех пор, как открыл ее Коперник, описал точным языком математических формул Кеплер и она предстала перед восхищенным взором человечества несравненно более стройной и красивой, чем все домыслы древних философов о строении мира. Казавшаяся в течение многих веков непрекращаемой, система Птолемея по сравнению с этим шедевром искусства природы все равно, что неуклюжая каменная баба с древнего степного кургана по сравнению с Венерой Милосской. Солнечная система совершенна с точки зрения математики и физики. Это именно система, а не случайное нагромождение материи.

Вот основные законы, по которым кружит хоровод планет великий постулат всемирного тяготения.

Все небесные тела, являющиеся постоянными членами Солнечной системы — от песчинок-астероидов до крупнейших планет, — вращаются вокруг Солнца по эллиптическим орбитам. Траектории спутников планет, взятые отдельно, — также эллипсы.

Движение всех этих небесных тел не равномерно. В тех частях орбит, которые дальше отстоят от центрального светила, тела движутся медленнее, приближаясь к светилу — ускоряют свое движение. Но если отметить на орбите точками расстояния, которые проходит тело за одинаковые промежутки времени, а затем соединить эти точки с Солнцем, то окажется, что площади между отрезками орбит и этими радиусами будут одинаковыми. Короче, этот закон планетной системы формулируется так: прямая линия, соединяющая планету с Солнцем, за равные промежутки времени описывает равные площади. (Этот же закон связывает и спутники со своими планетами.)

Квадраты времени оборота планет вокруг Солнца пропорциональны кубам их средних расстояний от него, что выражается формулой:

$$\frac{P_1^2}{P_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}.$$

Есть и другие закономерности, не объясняемые законом всемирного тяготения.

Размер планет — если отдаляться от Солнца к периферии — постепенно нарастает, а затем начинает убывать. Исключение составляет лишь небольшой Марс. Но, если прибавить к нему массу соседствующего с ним пояса астероидов, закономерность будет безукоризненной.

Орбиты всех планет лежат в одной плоскости, близкой к плоскости экватора Солнца.

Они обращаются вокруг Солнца в одном направлении. В том же направлении обращаются вокруг планет их спутники, не считая нескольких самых внешних в «спутниковых системах» Юпитера, Сатурна и Нептуна. Но это исключение, повторенное пять раз — и всегда для самых внешних спутников, — само по себе становится интересной закономерностью. В том же направлении врачаются вокруг своих осей все планеты, кроме Урана. Однако...

Чем дальше от Солнца, тем больше наклон оси планеты к плоскости эклиптики — плоскости орбиты Земли. У Урана этот наклон превышает 90 градусов, он равен 98 градусам. Соблюдением этого условия и объясняется как бы обратное направление движения Урана.

Строго обусловлено и расстояние планет от Солнца. Оно определяется так называемым правилом Тициуса-Боде. Напишите столбиком названия всех планет, включая и пояс астероидов. Рядом с каждой планетой поставьте цифру «четыре». Прибавьте к этой цифре для каждой планеты свое число, получаемое удвоением предыдущей цифры: для Меркурия — 0, для Венеры — 3, для Земли — 6, для Марса — 12 и т. д. Разделите сумму на 10 — и у вас будет расстояние от Солнца в астрономических единицах. Для Марса, к примеру, этот подсчет таков:

$R = (4 + 12) : 10 = 1,6$ астрономической единицы. (Помните ли вы, что за астрономическую единицу принимается среднее расстояние Земли от Солнца?)

Известный советский академик О. Ю. Шмидт вывел, исходя из теории, еще одну формулу:

$$\frac{m^{2/3} \sqrt{R \cdot P}}{r^2} = W,$$

где m — масса планеты, R — ее расстояние от Солнца, r — ее собственный радиус и P — период ее обращения вокруг оси. А W — величина, постоянная для всех планет. Эта формула, кажущаяся на первый взгляд хаотическим нагромождением различных параметров, означает, что и размеры планет, и их расстояние от Солнца, и периоды обращения не являются случайными, что они взаимосвязаны глубокими законами природы, проявившимися при образовании планетной системы...

Не все математические и физические факторы ее строения перечислены здесь. Советский ученый С. С. Гамбург обнаружил ряд явлений, общих для Солнечной системы и систем спутников ее планет. Не все из известных уже закономерностей поняты наукой. Значительную часть их должна разъяснить теория происхождения нашей планетной системы. Земля возникла вместе со всей планетной системой Солнца из газопылевого облака — именно так представлял себе ее рождение О. Ю. Шмидт. Его космогоническая гипотеза объясняет большую часть всех известных закономерностей. Но есть еще ряд неясностей, не объясняемых этой гипотезой.

Что ж? Верная в основном, она еще нечетко обрисовывает детали. Возможно, ученики и последователи О. Ю. Шмидта смогут развить ее дальше, подробнее.

Возможно, она будет заменена другой, еще более близкой к истине.

Твердо и убежденно можно сказать одно: наша планетная система образовалась естественным путем в ходе развития материи. В ее творении не принимали участия ни боги, ни сверхчеловеки.

Как и все в мире, кроме материи, планетная система не будет существовать вечно. А вот будет ли естественным ее конец — сказать трудно. Вероятнее всего, земная цивилизация возьмет в свои руки судьбы всех планет, вращающихся вокруг Солнца, и решит их согласно своим планам.

МОДЕЛЬ ПЛАНЕТНОЙ СИСТЕМЫ

...Космический корабль разумных существ далекой звездной системы подлетал к нашему Солнцу. Экипажу было известно, что вокруг него движутся планеты. И астрономы засели в обсерватории, дни и ночи разыскивая их в бесконечных безднах пространства.

Да, нелегко найти планеты!

С Земли невооруженным глазом можно увидеть Венеру, Марс, Юпитер и Сатурн. Увидеть Меркурий удается отнюдь не каждому: он тонет в лучах Солнца. Коперник всю жизнь мечтал посмотреть на него, но так и не нашел. Уран, Нептун и Плутон наблюдаются только в телескопы.

Ограничен ли этим список крупных планет Солнечной системы?

Невозможно ответить на этот вопрос. Есть предположения, что за Плутоном находятся другие планеты. Просто обнаружить их, располагая современными астрономическими приборами, нельзя.

Вероятно, это могла бы сделать обсерватория Плутона. Зато с нее было бы очень трудно различить Марс, Землю, Венеру и Меркурий.

Вот как необыкновенно велика наша планетная система!

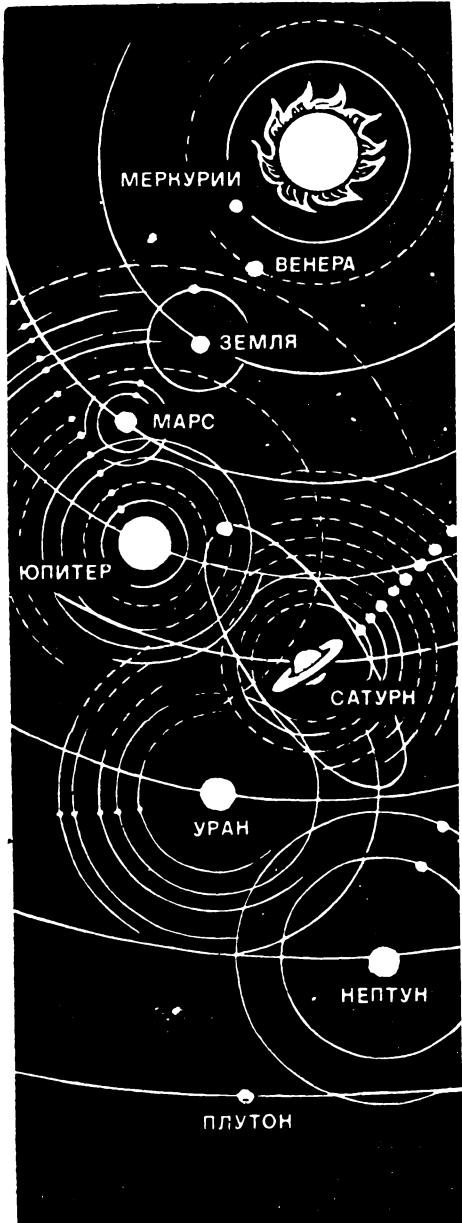
Попробуем смоделировать ее, чтобы дать представление об ее устройстве и размерах.

Начнем с Земли. Обозначим ее кружком диаметром всего в 5 миллиметров.

Приготовьтесь к тому, что нам не хватит листа бумаги, чтобы изобразить эту величественную модель. Не хватит и стола, и площади комнаты. Ибо центр Солнца придется отнести от Земли на целых 59 метров, а его кружок будет диаметром чуть больше полуметра.

В гигантской окружности, которую вы можете теперь описать, заключены орбиты двух «внутренних» планет — Меркурия и Венеры. Чтобы изобразить первую, надо будет нарисовать кружок диаметром меньше 2 миллиметров на расстоянии приблизительно 23 метров от кружка Солнца — это и будет Меркурий. Второй кружок отметим на расстоянии 43 метров от Солнца — это будет Венера.

Для того чтобы на нашем плане уместилась вся Солнечная система, орбита крайней известной нам планеты Плутона, не хватит уже территории стадиона «Динамо». Ведь кружок Плутона придется отодвинуть от



Изобразить планетную систему в подлинном масштабе, увы, невозможно!

центра на 2 километра 330 метров. Описанная этим радиусом окружность и заключит известные нам сегодня границы Солнечной системы. Модель займет площадь около 17 квадратных километров.

Попробуйте с верхнего ряда трибуны стадиона «Динамо» рассмотреть гравенник, лежащий в центре футбольного поля. Это, конечно, невозможно. Так же невозможно, поднявшись над нашей моделью на расстояние, достаточное для того, чтобы можно было сразу всю ее окинуть взглядом, рассмотреть хотя бы один из нарисованных кружков-планет, так они мелки по сравнению с площадью их орбит.

Если бы мы захотели теперь еще расширить модель так, чтобы можно было нанести на ней, соблюдая масштабы, положение ближайших к Солнцу звезд, то нам не хватило бы территории всего материка Евразии. Ведь ближайшая соседка нашего Солнца в космических пространствах — эта скромная звездочка, видимая только на небе Южного полушария, которая так и называется Проксима, что значит «Ближайшая», — находится от нас на расстоянии в 40 тысяч миллиардов километров. Луч света, пролетающий за секунду 300 тысяч километров, идет к нам от нее в продолжение 4,27 года.

Уменьшим нашу модель в миллион раз, чтобы орбита Плутона скжалась до размера, чуть меньшего, чем тот 5-миллиметрового диаметра кружок, которым мы вначале обозначали Землю. Конечно, на таком плане уже нельзя будет различить кружков планет и в самый лучший микроскоп. Даже Солнце на нем будет выглядеть точкой величиной в долю микрона. Может быть, теперь удастся нам в наших земных усlo-

виях выбрать на плане место ближайшей звезды в пространстве? Да, удастся. Но, чтобы сделать это, надо иметь лист бумаги площадью в несколько километров. Ибо даже в этом масштабе Проксиму придется отметить точкой, находящейся на расстоянии 31 километра от Солнечной системы.

Такова масштабная модель межзвездных пространств: Солнце, изображенное в виде пылинки, десятки километров космической бездны, и снова такое же Солнце — пылинка. И это — ближайшие соседи! Вот что такое наша планетная система!

СОЛНЦЕ.

Солнце!

Ты всего лишь скромная, ничем не примечательная звезда в гигантском звездном облаке Галактики.

Но ты — центральное светило нашей планетной системы. Ты — законодатель в том пространстве космоса, в котором кружится хоровод подвластных тебе планет, астероидов, комет.

Тебе поклонялись. Тебе приносили человеческие жертвы.

Если ты надолго закрывало свой светлый лик непрозрачной чадрой туч — Земля переставала платить людям за их труд щедрым урожаем.

Если в гневе своем ты слишком пламенно смотрело на Землю — сгорали в лучах твоих побеги пшеницы и маиса. Словно обожженной пустыней, черной или бурой, становилась Земля.

Там, куда месяцами не заглядывал твой взор, безмерной тяжестью ложились на грудь Земли километровой толщины глыбы льдов. И погибала жизнь.

Там, куда щедро лило ты свои лучи, вставало буйное половодье тропических джунглей.

Повинуясь тебе, вздымались реки.

Ты уходило — облетали листья деревьев, увядали травы, белым саваном снега покрывалась земля.

Как же могли не обожествлять тебя, безраздельного владыку неба, первые племена людей, еще не прошедших даже азов в великой Академии природы, еще не догадывавшихся, что им самим предстоит стать властелинами Вселенной.

Солнце! Ты и теперь еще — могучий повелитель в царстве планет и на Земле, хотя и поубавилась твоя власть, побеждаемая трудом человека. Уже не всегда и не везде можешь ты сжечь посевы или разлить кипучее половодье рек на бескрайние просторы лугов, лесов, пашен.

Будет и впредь все уменьшаться твоя власть. И не только над Землей, но и над всей Солнечной системой...

И, может быть, не так уж много столетий отделяют нас от того дня, когда люди возьмут в свои руки все рычаги управления твоей работой и заставят тебя покорно загораться и гаснуть.

Но до этого еще долго будут они изучать тебя.

В чем же главный секрет Солнца, в чем тайна механизма, столь неистово рождающего энергию и разбрасывающего щедрые потоки ее в пространство?

Чтобы понять это, попробуем создать искусственное Солнце. Создать звезду.

Для этого нам придется отправиться подальше в космическое пространство, чтобы могучее гравитационное поле новорожденной звезды не внесло возмущения в стройный бег планет, чтобы ее жаркие лучи не опалили привыкшие к вечному морозу отдаленные миры.

Итак, наш звездолет находится на расстоянии парсека от Солнца. Оно горит как рядовая звезда в узоре незнакомого созвездия. Свет от него доходит сюда за три года и три месяца.

Помните, как создавалась нами планета? Вот так же, из кристалла, начнем «конструировать» и звезду.

Б лучах прожекторов видна сначала хрустальная гора, затем — гигантский астероид, затем — покрытая толстым покрывалом газов планета.

В химический состав Солнца входит 55 процентов водорода, 44 процента гелия. Не жалеем и мы этих главных веществ Вселенной.

Диаметр планеты уже 10 000 километров. Перед нами — почти двойник Земли.

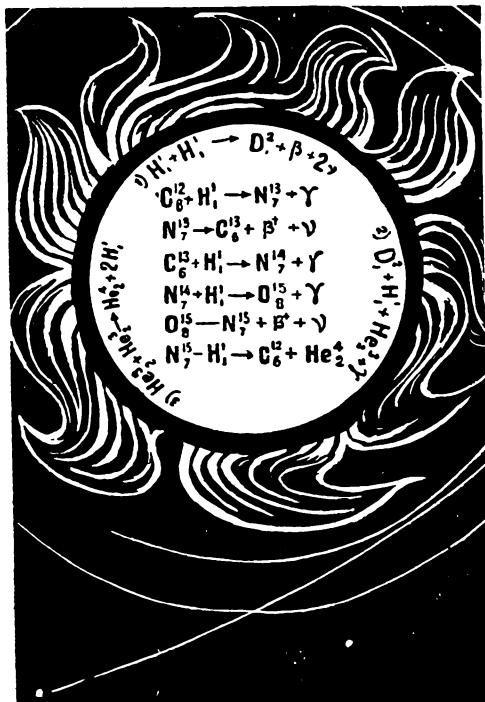
Диаметр планеты — 100 000 километров. Это — уже почти Юпитер.

Диаметр газового шара — 1 000 000 километров. Гасим прожектора! Перед нами окруженная раскаленной атмосферой, полыхающая протуберанцами звезда.

Количественное накопление вызвало качественный скачок.

По мере роста массы нашего небесного тела росло и его гравитационное притяжение, росло, значит, и давление в его центральных областях.

За счет сжатия вещества поднималась его температура. Этому способствовали и ядерные реакции радиоактивных изотопов элементов, которые оказались в списке веществ, пошедших на изготовление светила. Под действием высоких температур и давления во-



«Горячая» служба Солнца

дород в его центральных областях перешел в так называемое металлическое состояние. Электронные оболочки его сорваны, перепутаны. И в стремительном движении протонов — ядер водорода — участились их столкновения. Начинает идти термоядерная реакция. Она еще повышает температуру ядра. Тепловые потоки устремляются к периферии, направляя вещество.

И загорается — звезда!

ЗВЕЗДЫ: РОЖДЕНИЕ, ЖИЗНЬ, СМЕРТЬ

Нельзя утверждать, что Библия избегала говорить о звездах. В первых же стихах ее рассказывается, как бог на четвертый день своей «творческой недели» сотворил «светила на тверди небесной и для освещения земли, для отделения дня и ночи, и для знамений и времен, и дней, и годов». В «Книге премудростей Соломона» в перечне того, что открыто образованному человеку, упомянуто и «положение звезд». А если верить очень убедительному толкованию известного ученого-народовольца Николая Морозова, то весь «Апокалипсис» является в основном астрологическим описанием положения звезд и планет в сентябрьский вечер 395 года.

Но понимали ли, что такое звезды, многочисленные, сменявшие друг друга в течение многих столетий авторы Библии? Разумеется, нет! Да и о каком знании может свидетельствовать такая, например, строка из «Апокалипсиса»: «И звезды небесные пали на Землю, как смоковница, потрясаемая сильным ветром, роняет незрелые смоквы свои»...

Ну, а сегодня? Конечно, и сегодня далеко не все ясно в процессах, обусловливающих рождение, жизнь и смерть звезд. За несколько сот лет, которые прошли с момента изобретения телескопа, ученые, наблюдая Вселенную, видели все время фактически одну и ту же картину. Звезды почти не сдвигались со своих мест. Погасающие — не успели погаснуть, загорающиеся — не успели вспыхнуть. Ибо счет времени для звезд измеряется совсем иными величинами, чем для человека.

Сотни миллионов, миллиарды лет — вот подходящие масштабы для отрезков звездной истории. Снимки неба, разделенные веками и десятилетиями, — для земного наблюдения то же, что фотографии толпы, снятые с интервалом в миллионную долю секунды, для марсианина, изучающего историю человечества.

Но и такие снимки могут быть полезны марсианину. Вот он заметил на одном из них группу детей — теперь он может сделать вывод, что люди не сразу становятся взрослыми, что у них есть детство.

Нечто подобное установили и советские ученые под руководством академика В. А. Амбарцумяна, исследовавшие звездное «население» нашей Галактики. Они обнаружили в ней особые группировки — О-ассоциации. Входящие в такие ассоциации звезды, как правило, очень молоды, они только еще начинают свой жизненный путь. Кроме того, астрономы заметили, что О-ассоциации, где звезды обращаются вокруг

общего центра тяжести, тем не менее очень недолговечны. Таким образом, эти ассоциации — нечто вроде «детских домов», в которых собраны «новорожденные» перед «выходом в жизнь».

Как же происходит сам процесс рождения звезд?

Мы с вами только что попытались создать искусственную звезду. Выходит, для того чтобы ее «зажечь», надо лишь свалить в одну кучу достаточное количество газо-пылевого «мусора», только величина шара должна быть не менее 1 миллиона километров в диаметре. Впрочем, изложенный путь — вероятно, не единственно возможный. Есть ученые, считающие, что звезды возникают в результате развития некоей дозвездной материи, сохранившейся, видимо, в центральных ядрах галактик.

Но вот звезда загорелась и «заработала». Надо отметить, что она действует на очень высоких параметрах. К примеру, в центре Солнца давление достигает триллионов (10^{12}) атмосфер. Трудно представить себе такое давление! При нем не смогут существовать никакие известные нам молекулы вещества. Да и атомы в этих условиях должны терять свои электронные оболочки и превращаться в «компот» из различных атомных ядер и элементарных частиц. Прибавьте к этому температуру в 15 миллионов градусов — температуру, к которой только еще приближаются ученые, колдующие над термоядерной энергетикой. Вспомните и о плотности, какую при этом приобретает вещество,— около 100 граммов на кубический сантиметр — вдвадцать раз выше плотности платины.

Перед нами плазма, четвертое состояние вещества. Не правда ли, не плохая начинка для космической сверхбомбы? Почему же Солнце, нафаршированное этой адской смесью, не взрывается? Ему «мешают» силы всемирного тяготения, которые держат его «в повиновении». Впрочем, тут надо учесть и особый характер передачи энергии, осуществляемый в недрах Солнца.

Понятно, что основные термоядерные процессы водородного «горения» идут в глубоких недрах звезды. Благодаря им выделяются жесткие кванты рентгеновского излучения. Они устремляются сквозь тысячекилометровые толщи вещества, поглощаются им, затем снова излучаются. Растирающая, расширяющая звезду сила лучевого давления противостоит силе гравитационного сжатия. И все время, пока звезда «работает», сохраняется такое равновесие. А «работает» она в зависимости от большей или меньшей своей расточительности — от нескольких сотен миллионов до нескольких десятков миллиардов лет.

Однако, рано или поздно, на каком-то этапе развития звезда начинает ощущать недостаток водородного горючего. Наступает последний период в ее жизни — старость. Нет, отгоревшая звезда не превратится в большую скучную планету, на затвердевшей поверхности которой (высказывалась и такая «гипотеза») может даже якобы возникнуть жизнь. Звезды — принципиально отличные от планет образования, и умирают они тоже иначе.

Мы только что установили: жизнь звезды протекает в противоборстве двух сил — гравитации и светового давления. Не будь гравитации, потоки квантов, рождающихся в недрах звезды, разорвали бы ее на части

и разметали по Вселенной. Не будь светового давления, силы тяготения обрушили бы звезду к центру, она уменьшилась бы, «съежилась». А ведь остыивание звезды как раз и означает уменьшение светового давления. И звезда под действием сил гравитации начнет сжиматься. Через 15—20 миллиардов лет вещество нашего Солнца спрессуется до чудовищной плотности 10^7 — 10^8 граммов на кубический сантиметр. Солнце превратится в так называемого белого карлика.

В результате сжатия температура звезды вновь резко поднимется, но уже в последний раз. А затем она станет медленно остывать. И конечно, ни о какой жизни, сколько-нибудь подобной земной, на белом карлике, состоящем из спрессованных ядер гелия и элементарных частиц, говорить не приходится. Сила притяжения на его поверхности раздавит, расплющит любой органический зародыш вернее, чем это сделал бы удар стотонного молота.

Такова судьба Солнца и подобных ему звезд. Но в нашей Галактике есть звезды значительно большей величины. И их смерть будет другой. Да и «век» их вообще короче. Как известно, звезда, имеющая массу в десять солнечных, живет всего около ста миллионов лет. Это значит, что со времени возникновения Вселенной должно было отпылать и умереть сто поколений таких звезд! Их сестры, сияющие сейчас, родились и вспыхнули в астрономических масштабах совсем недавно.

Если звезда имеет массу всего на двадцать процентов большую, чем Солнце, она может сжаться значительно сильнее, чем предстоит нашему дневному светилу. Конечная ее плотность — 10^{14} граммов на кубический сантиметр.

Именно такова плотность атомных ядер. В этом случае звезда и представляет собой шар из плотно упакованных атомных ядер, точнее, упакованных нейтронов, так как у протонов в этих звездах есть возможность прореагировать с электронами и тоже стать нейтронами. Размеры «сморшившейся» звезды становятся совсем крохотными — всего около двухсот километров в диаметре.

Подобные звезды называют нейтронными. Они обладают огромным гравитационным полем, но почти не светятся. Правда, в момент образования температура на их поверхности должна быть около десяти миллионов градусов. Но при такой температуре тела излучают главным образом не фотоны видимых лучей, а рентгеновы лучи. Поэтому до недавнего времени выявить нейтронные звезды в просторах Вселенной было чрезвычайно трудно — ведь рентгеновы лучи задерживаются атмосферой Земли. Чтобы их обнаружить, надо вынести специальный рентгеновский телескоп за пределы атмосферы. Такой телескоп был установлен, в частности, на первом советском Луноходе. И с его помощью удалось определить в небе ряд источников рентгеновского излучения.

Но каким бы удивительным по своим свойствам ни было вещество белых карликов и нейтронных звезд, оно остается обычным для нашего мира веществом. Между тем возможно его еще большее уплотнение, при котором оно так изменяет свойства пространства и времени, что его поч-

ти нельзя обнаружить. Оно не излучает никаких лучей, никаких лучей не отражает. Процесс, когда происходит гравитационное сжатие вещества до такого предела, именуется полным коллапсом, а звезды, перешедшие в это состояние, сами ученые называли «черными дырами». Их образуют после догорания и остывания те звезды, масса которых минимум вдвое больше солнечной. Есть основания полагать, что подавляющая часть материи нашей Вселенной находится именно в таком сколлапсированном виде.

По расчетам профессора К. П. Станюковича, количество «законсервированной» материи сейчас на 20 порядков больше количества свободной материи — видимого вещества и полей нашей Вселенной. Можно сказать, что природа создала огромный банк, где свято хранит материю и откуда расходует ее очень медленно и понемногу. Случается, правда, что спящая материя иногда вырывается из банка «на свободу», и в бездонных глубинах космоса загорается сверхзвезды.

«НОВОСЕЛЫ» ЗВЕЗДНЫХ КАРТ

Итак, в зависимости от того, какой была звезда и какую жизнь она вела, она превратится или в белого карлика, или в нейтронную звезду, или вообще коллапсирует, образуя «черную дыру» в пространстве. Таковы представления о «смерти» звезд, развитые академиком Я. Б. Зельдовичем и его учениками.

Белые карлики известны очень давно. Нейтронные звезды предсказаны теоретиками в 1934 году. В течение трех десятков лет вокруг этого предсказания шли споры. Споры, но не поиски. Искать нейтронные звезды средствами наземных обсерваторий было бессмысленно. Поиски начались лишь тогда, когда возникла возможность взглянуть на Вселенную из космического пространства.

В конце 1967 года астрономы сделали сенсационное открытие. В определенной точке неба внезапно загорался и через сотые доли секунды погасал точечный источник рентгеновых лучей. Примерно через секунду вспышка повторялась. Эти повторения следовали друг за другом с поразительной точностью. Казалось, черную ночь Вселенной рассекал далекий маяк. Потом таких маяков стало известно довольно много. Оказалось, что они отличаются друг от друга периодичностью лучевых импульсов, составом излучения. Большинство пульсаров — так назвали эти вновь обнаруженные звезды — имело полную продолжительность периода от четверти до четырех секунд.

Сегодня число известных науке пульсаров уже перевалило за полсотни. И возможности новых «встреч» далеко не исчерпаны.

Что же такое пульсары? Не имеет же смысла предполагать, что это действительно маяки, служащие для навигации старожилам Галактики! И почему мы заговорили о пульсарах, когда обещали говорить о нейтронных звездах?

Да потому, что пульсары и есть нейтронные звезды.

Трудно представить себе какой-то иной механизм, с железной точ-

ностью регулирующий вспышку пульсара, нежели вращение самой звезды. С одной стороны ее «установлен» источник излучения, и при каждом обороте вокруг оси исторгаемый луч на мгновение падает и на нашу Землю.

Но какие же звезды способны вращаться со скоростью нескольких оборотов в секунду? Нейтронные — и никакие другие. Солнце, к примеру, совершает один оборот без малого за 25 суток; увеличьте скорость — и центробежные силы попросту разнесут его на части. Однако в нейтронных звездах, как уже известно, происходит невообразимое сжатие вещества: каждый его кубический сантиметр в земных условиях весил бы от ста тысяч до десяти миллиардов тонн!

Роковое сжатие резко уменьшает диаметр звезды. Если в своей сияющей жизни они имеют диаметры в сотни тысяч километров, то радиусы нейтронных звезд редко превосходят двадцать-тридцать километров. Такой небольшой «маховик», к тому же накрепко склепанный силами всемирного тяготения, можно раскрутить и со скоростью в несколько оборотов в секунду — он не развалится...

Да и при чем тут понятия «можно» — «нельзя»? Нейтронная звезда должна вращаться очень быстро. Видели ли вы, как крутится балерина, поднявшись на одном носке и плотно прижав руки к телу? Но вот она раскинула руки — ее вращение сразу же замедлилось. Физик скажет: увеличился момент инерции. У нейтронной звезды по мере уменьшения ее радиуса момент инерции, напротив, уменьшается: она как бы «прижимает руки» все ближе и ближе к «телу». Скорость ее вращения при этом быстро возрастает, и, когда диаметр звезды приблизится к указанной выше величине, число ее оборотов вокруг оси окажется как раз таким, какое обеспечивает «эффект пульсара».

Физикам очень хотелось бы побывать на поверхности нейтронной звезды и поставить несколько опытов. Ведь там должны существовать фантастическая величина гравитационного поля и фантастическая напряженность поля магнитного. По расчетам ученых, если сжимавшаяся звезда имела магнитное поле весьма скромной величины — в 1 эрстед (магнитное поле Земли, поворачивающее синюю стрелку компаса на север, равно примерно половине эрстеда), то у нейтронной звезды напряженность поля может достигать и ста миллионов, и триллиона эрстед!

В двадцатых годах нашего века, в период своей работы в лаборатории Резерфорда, знаменитый советский физик П. Л. Капица занимался сверхсильными магнитными полями. Ему удалось получить в объеме двух кубических сантиметров магнитное поле небывалой напряженности — до 320 тысяч эрстед. Конечно, сейчас этот рекорд превзойден. Путем сложнейших маневров, обрушив на единственный виток соленоида мощность в миллион киловатт и взрывая при этом вспомогательный пороховой заряд, ухитряются довести напряженность магнитного поля до 25 миллионов эрстед. Существует оно несколько миллионных долей секунды. А на нейтронной звезде возможно постоянное поле в тысячи раз большее!

Академик В. Л. Гинзбург нарисовал довольно подробную картину

строения нейтронной звезды. Поверхностные ее слои находятся в твердом состоянии, но уже на глубине километра, с повышением температуры, твердая кора сменяется нейтронной жидкостью, содержащей некоторую примесь протонов и электронов,— жидкостью, удивительнейшей по своим свойствам, сверхтекучей и сверхпроводимой. В земных условиях единственный пример сверхтекучей жидкости — это поведение так называемого гелия-2 при температурах, близких к абсолютному нулю. Гелий-2 способен мгновенно вытечь из сосуда сквозь мельчайшее отверстие, способен, пренебрегая силой тяжести, подниматься по стенке пробирки вверх... Сверхпроводимость также известна у нас лишь при очень низких температурах. Как и сверхтекучесть, она — проявление законов мира элементарных частиц.

В самом центре, по мнению В. Л. Гинзбурга, у нейтронной звезды — несверхтекучее и несверхпроводящее ядро. Подробности, естественно, остаются за рамками нашего разговора, но нельзя не упомянуть еще о двух сверхгигантских полях, гравитационном и магнитном, которые создают вокруг нее своеобразный венец. Ось вращения звезды не совпадает с магнитной осью — это, в конечном счете, и вызывает «эффект пульсара». Представьте себе, что магнитный полюс Земли находится на месте озера Байкал. Представьте, что на этом месте установлена антenna радиопередатчика, направленная в зенит, с достаточно узким лучом.

Любая область пространства, попадающая в зону «видимости» этого луча, будет раз в сутки получать сигналы передатчика...

Квазары были открыты несколько раньше, чем пульсары.

В конце 1962 года австралийский радиоастроном Сэрил Хазард уточнил положение на небе одного весьма мощного источника радиоизлучений. Дело в том, что современные радиотелескопы не позволяют строго достоверно определить место своих объектов исследования. Они устанавливают «пятнышко» на небесном своде, из которого доносятся радиоволны, но не «точку». Это «пятнышко» может содержать десятки астрономических образований.

Хазард пustился на хитрость. Он подстерег момент, когда область получения радиоволн перекрывалась диском Луны, и благодаря этому значительно приблизился к звездной радиостанции.

Американский профессор Сендейдж сделал следующий шаг: он отождествил данную Хазардом точку с крохотной звездочкой — тридцатой величины — в созвездии Девы. И тогда этой абсолютно неприметной звездочкой заинтересовались астрофизики. Как устроен ее сверхмогучий передатчик, через необозримо гигантские бездны космоса бросающий свой радиоголос? О чем он несет весть по Вселенной: о рождении ли нового мира, о трагической ли гибели звезды в пламени ядерного взрыва?

Луч звезды направили в прозрачный хрусталь призмы. Спектр сфотографировали. Ученые склонились над негативами. И увидели...

В спектре не было ни одной линии, свойственной обычным звездам и элементам периодической системы Д. И. Менделеева в состояниях, которые удается изучать в лабораториях.

Конечно, никому не пришло в голову высказать мысль о том, что луч далекой звездочки рожден в атомах элементов, которых нет на Земле. Ведь давно установлено материальное единство Вселенной. И даже если бы радиоголос принадлежал звезде, состоящей из гипотетического антивещества, его узнали бы. Спектр антигелия аналогичен спектру гелия. Нет, речь могла идти только о необычном состоянии вещества. Или еще о чем-то непонятном.

Начались исследования. Начались поиски особых условий, при которых возникают такие спектры. И удалось выяснить два любопытных факта.

Первый: обыкновенный водород при температурах в миллионы градусов дает именно эти линии.

Второй: звездочка отдаляется от нас со скоростью около 50 тысяч километров в секунду.

Вызванное этим стремительным убеганием колоссальное «красное смещение» спектральных линий и затрудняло отождествление спектров звездочки и водорода.

Но из этого следовали еще более интересные выводы.

Известно, что небесные объекты «покидают» нас с тем большей скоростью, чем дальше они находятся. По этому признаку следовало считать, что исследуемая звездочка находится от нас на расстоянии в 1,5 миллиарда световых лет.

Что ж? Это не очень страшно. Уже известны и еще более быстрые, и, значит, еще более удаленные галактики. Правда, их удается сфотографировать только в самые сильные телескопы — это объекты двадцатой, двадцать первой, двадцать второй звездных величин. А звезда тридцатой величины отнюдь не может быть причислена к слабым источникам излучения. Ее можно рассмотреть чуть ли не с помощью самодельного телескопа.

Тогда возможно, что наша звездочка — не звезда, а очень далекая и очень большая галактика. Очень большая, потому что — расчеты показали — она излучает примерно в 100 раз больше света, чем все 100 миллиардов звезд Млечного Пути.

У астрономов не нашлось причин не допустить существования во Вселенной галактики в 100 раз большей, чем наша. Не из 100 миллиардов, а из 10 тысяч миллиардов звезд...

Но вот тут-то и началось невероятное.

В начале 1963 года советские учёные Ю. Ефремов и А. Шаров почти одновременно с американскими учёными Х. Смитом и Д. Хоффлейтом установили, что яркость этой гигантской галактики периодически изменяется... Период изменения — всего одна неделя. Было от чего прийти в недоумение!

Как может звездное скопление, имеющее размеры в сотни тысяч световых лет, изменять свой блеск через каждую неделю? Даже если представить фантастического дирижера, который управляем бы этими миллиардами звезд, они не смогли бы выполнять его команд: сигналы успевали бы доходить за неделю только до полудюжины ближайших из них.



Вот что осталось от «умершей» звезды!

Значит, это не галактика! Значит, это звезда — звезда с диаметром не более световой недели — хитро подмигивает землянам через бескрайние бездны пространства!

Конечно, это звезда необычайная — ее диаметр около 200 миллиардов километров. Знаменитая Бетельгейзе — одна из четырех звезд, образующих главный контур созвездия Ориона, прославленный исполин в звездном мире,— имеет в четыреста раз меньший диаметр!

Лучше называть это чудовище, подчеркивая его гигантские размеры, сверхзвездой.

Самые дальние из них находятся на расстоянии в 8—9 миллиардов световых лет...

Со времени открытия первого квазара прошло пятнадцать лет. Их насчитывается уже около десятка. Но полной разгадки таинственной пульсации нет до сих пор. Есть гипотезы. Большинство ученых склоняются к мнению, что явление квазара связано с коллапсом материи, которое мы вряд ли сможем воспроизвести в земных лабораториях даже в достаточно отдаленном будущем.

■

...Звезда умирает, «падает в себя» — сверхскопление материи сжимается под действием мощного гравитационного поля. Это сжатие сначала будет остановлено температурным и лучевым противодействием, затем абсолютным уплотнением до уровня нейтронных звезд. А если масса сжимающейся материи станет еще больше, гравитационное поле — еще

мощнее? Сопротивление нейтронного вещества окажется тогда недостаточным, уплотнение будет продолжаться. И что же, дальше нет никаких новых барьеров и гравитационное поле «сведет» массу в точку, не имеющую размеров? Нет, предел все-таки есть. Но предел совершенно особенный. Его ставит перед материей время.

Этот эффект предсказал еще Альберт Эйнштейн: в больших гравитационных полях время движется замедленно. Если величина поля пре-восходит некую, правда, чрезвычайно большую величину, время вообще останавливается. Впрочем, останавливается только для внешнего наблюдателя. Допустим, внутри коллапсирующего объекта установлен радиопередатчик с часовым механизмом, включающим его каждые пять минут. Первый сигнал внешний наблюдатель услышал бы в нужное время, второй донесся бы до него с опозданием на минуту, третий — на пять минут, четвертый — на полчаса, пятый — на несколько месяцев, шестой — на миллионы лет. Седьмого сигнала наблюдатель не дождался бы никогда. Так проявлял бы себя эффект торможения времени. Вот он-то и должен стать последней преградой для стремительно коллапсирующей, падающей «внутрь себя» звезды.

Теорией установлено, что для любого материального образования есть некий минимальный объем, описываемый формулой Шварцшильда. Если вещество сжимается до такого объема, оно переходит в новое состояние: в нем практически останавливается время, останавливаются все внутренние процессы. Материя внутри «сферы Шварцшильда» становится невидимой и вообще необнаруживаемой. Мы уже говорили, она не испускает никаких лучей, ибо излучение связано с движением, а в ней нет движения. Ее нельзя обнаружить и локатором, ибо любой достигший ее луч будет поглощен ею и никогда не вернется. Космический корабль или межзвездный скиталец — астероид, захваченный ее могучим гравитационным полем, будет снят и присоединен к коллапсирующей массе. Собственно, лишь по сверхмощному гравитационному полю и можно выявить такой сжатый до фантастической плотности сгусток материи, который астрофизики образно назвали «черной дырой».

Но если квазары — коллапсирующие звезды, то как и почему возникают периодические изменения их светимости?

Наиболее разумный ответ дал доктор физико-математических наук М. Е. Герценштейн. Он считает, что при приближении к состоянию полного коллапса плотности энергии и вещества возрастают настолько, что неизбежно происходит взрыв звезды. Затем снова начинает преобладать гравитационное сжатие, которое сменяется взрывом. Ученые попытались провести проверочные расчеты этой гипотезы, имея в виду, что в таких условиях определяющими становятся законы квантовой механики, в том числе известный принцип неопределенности. Его применение к коллапсирующим объектам, переваливающим за «сферу Шварцшильда», надо толковать так: обязательное нахождение части материи вне коллапса может периодически изменяться, что повлечет за собой и периодические изменения светимости звезды.

Профессору К. П. Станюковичу удалось рассчитать многие парамет-

ры таких образований. Они показали, что функционирование квазаров, судя по всему, объясняет и эффекты идущих из Вселенной гравитационных волн, которые зарегистрированы американским ученым Джозефом Вебером...

РАКЕТЫ ЛЕТЯТ К ЛУНЕ

Солнце — лучезарный владыка дня. Луна — скромная и пленительная богиня ночи.

Луну, так же как и Солнце, а может быть, и чаще, чем Солнце, обожествляли древние религии.

Ей еще больше, чем Солнцу, посвящено стихов поэтами всех эпох и народов.

Она и ныне считается покровительницей влюбленных.

Но больше всех ею интересуются ученые.

Что же они знают о Луне сегодня?

В любом учебнике астрономии, в любой популярной астрономической книге вы обязательно найдете подробную карту лунной поверхности, снимки отдельных ее участков, описание своеобразного рельефа. На карте Луны нанесены десятки тысяч деталей, ее видимая поверхность исследована куда лучше, чем некоторые области Земли. На ней даже найдены остатки атмосферы, плотность которой не превышает 1/2000 плотности атмосферы Земли. Обнаружить газ, имеющий такое разрежение, нелегко и в земных условиях.

Луна — мертвый мир. Так гласят все эти описания. Сутки там делятся 29,53 земных суток. Почти полмесяца тянется один лунный день. Не ослабляемые и не смягчаемые атмосферой, лучи Солнца раскаляют ее поверхность до температуры 130 градусов. Ночью же она резко охлаждается, почти до 170 градусов ниже нуля. Столь низкие температуры на Земле можно получить только искусственно, с помощью дорогих и сложных холодильных машин.

Триста градусов — таков температурный перепад между днем и ночью на Луне.

Впрочем, страшная жара днем — весьма условная вещь. В замечательной научно-фантастической повести К. Э. Циолковского «На Луне» путешественники спасаются от жары в глубокой трещине. Да и любой клочок тени от скалы является там естественным холодильником. Если космонавты положат две фляжки с водой на расстоянии полуметра друг от друга, но одну на солнце, а другую в тени, первую разорвут пары закипевшей воды, тогда как во второй вода замерзнет.

Отсутствие воздуха, воды, крайне неблагоприятные температурные условия — все это усугубляет трудности освоения Луны.

Советские ученые осуществили ее изучение и с помощью радиоволн. Судя по полученным данным, она покрыта не толстым слоем пыли, а твердой породой, имеющей крайне незначительную плотность — вдвое меньшую, чем вода. Эта своеобразная застывшая пена — ученые назвали ее «лунит» — обладает в 30—40 раз меньшей, чем обычные земные по-

роды, теплопроводностью. Поэтому те резкие перепады температур, которым подвержена поверхность Луны, погасают уже на глубине в 1,5—2 метра, где температура крайне постоянна. Исследования, проведенные позже нашими «Лунами» и американскими астронавтами, подтвердили, что пыль на Луне нигде не образует толстого слоя, по ней можно ходить.

Ученые предполагают и наличие у Луны раскаленного ядра. На это указывают наблюдения ленинградского астронома Козырева и зафиксированное радиометодами повышение температуры по мере углубления в недра Луны.

Кроме обычных, традиционных средств изучения нашего ночного спутника — телескопов, радиотелескопов, лазерных лучей, человечество уже использует автоматические приборы, доставляемые туда космическими ракетами. Луна явилась первым небесным телом, на которое распространялась власть человека.

Расскажем же, хотя бы очень сжато, о том, каким путем прошли исследователи в своей попытке разведать условия прилегающего к Луне пространства и поверхности Луны. Вся хроника этого периода укладывается в короткие десять лет. Это поистине беспримерный рекорд развития науки и техники!



Поздно ночью со 2 на 3 января 1959 года радио разнесло по всему миру сообщение о запуске советской космической ракеты в сторону Луны.

Советский «лунник» — это слово, так же как в свое время слово «спутник», вошло во все языки — был хорошо оснащенной научной лабораторией.

Автоматическая станция двигалась так быстро, что скоро исчезла из поля зрения не только слабых подзорных труб, но и сверхмощных телескопов. И тогда, чтобы отметить свой курс, 3 января 1959 года в 3 часа 57 минут по московскому времени она выбросила натриевое облако. Оно вспыхнуло в точно рассчитанное время. Искусственная комета, на несколько минут зажженная среди вечного блеска равнодушных звездий!

«Луна-1» прошла в 5000—6000 километрах от поверхности Луны и стала первой искусственной планетой.



Следующий старт ракеты в сторону Луны был осуществлен 12 сентября 1959 года. Последняя ступень весом в 1511 килограммов, пробив панцирь земной атмосферы и развив скорость более 11,2 километра в секунду, вышла на трассу, ведущую к Луне. Она несла шарообразный контейнер с научной и радиотехнической аппаратурой. Этот контейнер был отделен от ракеты, когда она твердо легла на свою лунную траекторию.

Приборы в контейнере безотказно работали до самого последнего мо-

мента. Еще бы! Им были созданы почти земные условия. Ведь контейнер был герметически закупорен и наполнен газом. Автоматическое устройство регулировало в нем температуру.

Помимо приборов, был в контейнере и **вымпел** с гербом Советского Союза и надписью: «Сентябрь, 1959 год».

14 сентября в 0 часов 02 минуты 24 секунды, на 2 минуты 36 секунд раньше предварительно указанного срока, вторая космическая ракета достигла Луны. Мгновенно оборвалась радиопередача. Ракета врезалась в почву Луны со скоростью, вдвое превышающей скорость снаряда,— 3,3 километра в секунду... А как же вымпел с гербом нашей страны? Нет, он не погиб. Были приняты специальные меры, чтобы он не сгорел в пламени взрыва.

Что дал этот полет?

Прежде всего саму возможность космических сообщений. Впервые трасса ракетного корабля соединила два мира. Впервые тело, покинувшее Землю, опустилось на камни Луны.

Открытия принципиальной важности вписали ученые в книгу науки и после этого полета. Оказалось, что у Луны нет своего магнитного поля. Это очень ценное открытие, ибо оно является ключом к важнейшей загадке современной геофизики. Ведь ученые до сих пор спорят о том, чем вызывается то магнитное поле, которое окружает нашу планету. Доказательство того факта, что Луна не имеет магнитного поля, подтверждает одни теории и опровергает другие...

Оказалось, что Луна не имеет и радиационных поясов. Это укрепило гипотезы ученых о сущности радиационных поясов Земли...

Была обнаружена и атмосфера Луны, точнее, ионосфера, ибо специальные ловушки зарегистрировали, начиная с высоты примерно 10 000 километров, увеличение числа ионизированных частиц.



Если, подводя итоги XX веку, люди устроят всемирную выставку фотографий, снятых во всех странах, на всех континентах, под водой и в небе, убежден, что фотографии невидимой стороны Луны будут отмечены одним из первых призов.

Та, другая, невидимая сторона Луны! Как хотелось взглянуть на нее астрономам! Писатели-фантасты наделяли ее волшебной природой— плотной атмосферой, буйной растительностью. Ученые высказывали осторожные и не очень осторожные догадки о ее строении. Существовало даже предположение, что... невидимого полушария у Луны нет. Она-де устроена наподобие миски, повернутой выпуклым дном к Земле. Вместо второго полушария у нее углубление...

И вот опубликованы фотографии той стороны Луны. Ученые склоняются над ними, рассматривая незнакомые очертания моря Мечты, моря Москвы, залива Астронавтов, горного хребта Советского, повторяя новые названия лунных образований— кратеров Циолковского, Ломоносова, Жолио-Кюри...

Эти фотографии сделал третий советский лунник, третья советская космическая ракета.

Она взлетела 4 октября 1959 года. Ее полет был крайне сложным, похожим на полет бumerанга, досконально рассчитанный.

Последняя ступень ее весила 1553 килограмма. В ней также были смонтированы разнообразные измерительные приборы, приборы ориентации и связи.

Ракета набрала требующуюся скорость и послушно заняла свою траекторию. Еще выше были на этот раз требования точности. Если при полете второго лунника ошибка в скорости на 1 метр в секунду вызывала отклонение в 250 километров, то теперь такая же ошибка влекла за собой втрое большее отклонение — на 750 километров!

7 октября, на третий день полета, ракета находилась уже на расстоянии 60—70 километров от Луны. Солнце освещало почти всю ее видимую с ракеты сторону — ведь лунник находился как раз между этими двумя светилами. И тогда была включена система ориентации.

Это тоже сложное и деликатное дело. Ракета озарялась одновременно тремя крупными небесными телами: Солнцем, Луной и Землей. Да, ведь сттуда, с расстояния почти в полмиллиона километров, Земля представлялась голубоватым шаром, значительно более ярким, чем Луна в полуночие. И приборы ориентации могли легко «перепутать» Луну с Землей.

Вряд ли это компенсировало бы снимки той, невидимой стороны Луны.

Поэтому сначала включились приборы ориентации, установленные в дне лунника. Они сориентировались и повернули станцию дном к Солнцу. Уж его-то нельзя перепутать ни с Землей, ни с Луной.

После этого станция была нацелена своей верхней частью, объективами своих фотоаппаратов в сторону Луны. Автоматика провела дополнительную настройку. Итак, «руководимая» двумя ориентирующими системами — одной относительно Солнца, другой относительно Луны, — космическая станция заняла исходные позиции.

Началось фотографирование Луны в двух разных масштабах. Оно продолжалось целых 40 минут. А потом выключились системы ориентации и придали луннику легкое вращательное движение. Это было сделано для того, чтобы не перегревалась в лучах Солнца одна его сторона и не замерзала в тени другая, чтобы лучше работала радиоаппаратура.

Пленки были проявлены автоматами прямо на борту станции. Телевидение передало изображения на Землю, 27 октября они появились в центральных газетах.

Однако еще оставалась довольно значительная область, не охваченная фотографированием. На лунных глобусах значилась полоса, на которую не удавалось нанести ни одной детали. 18 июля 1965 года советская автоматическая станция «Зонд-3», пролетая мимо Луны, стерла и это «белое пятно». И новые фотографии легли рядом с теми, первыми.

...Посмотрите еще раз на снимки невидимой стороны Луны. Это самые замечательные фотографии, сделанные со дня изобретения данного вида искусства. Лучшие фотографии века.

■
Начало пятого года космической эры было богато выдающимися свершениями.

— 3 февраля 1966 года в 21 час 45 минут 30 секунд по московскому времени автоматическая станция «Луна-9», запущенная 31 января, осуществила мягкую посадку на поверхность Луны в районе океана Бурь, западнее кратеров Рейнер и Марий. Радиосвязь со станцией, находящейся на поверхности Луны, устойчивая... Бортовая аппаратура работает нормально...

Это — цитата из сообщения ТАСС. А через несколько часов после этого сообщения в руках ученых уже были фотографии поверхности Луны, переданные аппаратурой лунного разведчика; они спорили о природе знаменитого камня, оказавшегося вблизи станции, анализировали показания радиометра о радиоактивности лунного грунта. Трудно недооценить этот полет и его результаты: ведь до 3 февраля на всех планах лунных экспедиций стоял большой вопрос — возможны ли они вообще? Два препятствия предстояло преодолеть. Первое — неизвестно было, не покрыта ли вся Луна толстым слоем рыхлой пыли, в которой может утонуть любой земной аппарат. Второе — была неизвестна величина радиоактивности лунной поверхности. Обжигаемая жесткой солнечной и космической радиацией, не окажется ли она настолько «горячей», что на нее будет небезопасно ступить человеку?..

Земной разведчик снял эти сомнения. Похожий на великолепный экзотический цветок, разбросавший четыре лепестка и поднявший поблескивающую стеклом и хромом тычинку, аппарат «Луна-9» лежал совершенно устойчиво. Значит, так же устойчиво будут чувствовать себя и люди на ноздреватой почве нашего вечного спутника. Приборы провели измерения и сообщили: радиоактивность поверхности Луны не превышает допустимых норм. Эти два факта как бы погасили красный огонь космического светофора и зажгли зеленый: первый путь, соединяющий миры, открыт отныне для человека...

■
Прошло меньше двух месяцев со времени мягкой посадки «Луны-9». Наступило 31 марта 1966 года.

...Густые клубы дыма рванулись из-под основания ракеты. И, вспывая, пока еще величественно и медленно из этого черного облака, поднимаясь над ним на огненной струе, она уже не принадлежала Земле. Полет ее все убыстрялся, вот она оторвалась от докучной почвы... Вот она сверкает в далеком небе... Вот уже умолк и непереносимый грохот ее двигателей... И только приборы сообщают о ее полете.

Это был запуск автоматической станции «Луна-10», одно из очередных свершений советского народа.

Сначала ракета легла на промежуточную околоземную орбиту; затем работа новых ракетных двигателей направила ее к Луне... Расчетная точка встречи ракеты с Луной была не в той или иной точке лунного диска (давно ли вообще попасть в Луну казалось ювелирным шедевром в космическом ракетоплавании!), а в точке пространства, удаленной от Луны на тысячу километров. Создатели лунного чуда как бы заранее намеревались промахнуться, но это был промах, основанный на тонком расчете.

В начале пути с «Луной-9» ее авторы провели еще одну манипуляцию. Оказалось, что ее истинная траектория несколько отличается от заданной. Светлые линии на голубых экранах электронно-счетных машин заметно разошлись. И тогда ученые отдали команду. В черной глубине неба станция сориентировалась, повернулась и струи раскаленной плазмы беззвучно брызнули в пустоту... Совпали линии расчетной и истинной траекторий полета на экранах умных машин...

Если бы краснозвездная искусственная «Луна», вступив в зону притяжения естественной Луны, была брошена на произвол судьбы, она, разогнавшись под влиянием нашего ночного спутника, пролетела бы мимо него и, вновь попав в путы земного притяжения, стала бы снова спутником Земли. Но не эту судьбу ей готовили. В точно рассчитанный момент, в точно назначенней точке пространства на расстоянии примерно 8000 километров от поверхности Луны станция была сориентирована так, что сопло двигателя было направлено против ее движения. Снова беззвучное (в пустоте) полыхание плазмы — и скорость станции снизилась с 2,1 до 1,25 километра в секунду. Крутая линия гиперболы, по которой двигалась до этого «Луна-10», эластично согнулась под влиянием лунного притяжения и замкнулась вокруг соседнего мира мягким эллипсом.

Минимальное расстояние от него до поверхности Луны всего около 300 километров, максимальное — около 1000 километров. Это позволяло провести исследования в широком поясе окололунного пространства. Немало нового, интересного и важного сообщила «Луна-10» за месяцы своей работы.



Активное участие в изучении Луны приняли и американцы. Сначала это были автоматы. А 18 мая 1969 года на высоте всего 15 километров над поверхностью Луны пролетел их корабль. Это был очередной подготовительный полет «Аполлона», имеющий задачей не осуществить посадку, а только прорепетировать ее. Пройдя космическую трассу почти до конца, он благополучно вернулся на Землю.

16 июля того же года этот путь повторяет новый посланец американских исследователей — «Аполлон-11». Сначала он занимает орбиту искусственного спутника Земли, затем снова включает двигатели и разгоняется до скорости 11 километров в секунду. Курс — к Луне!

Пройдя большую часть пути, «Аполлон» ложится на круговую траекторию вокруг Луны. Два человека из трех, составляющих его экипаж, переходят в посадочную кабину. Она отделяется от основной массы корабля, тормозит свою скорость и начинает падать на Луну.

Наконец — удобная площадка.

Астронавты спускают небольшой трап, и командир корабля Нейл Амстронг — первый человек с Земли — ступает на почву Луны. Сколько столетий и сколько людей мечтали об этом!

А потом настали трудовые будни. Надо было установить научные приборы, собрать коллекцию пород, научиться «ходить» в условиях пониженного притяжения и скользкой пыли... Около суток пробыли астронавты на Луне и около трех часов вне корабля. А когда они взлетели, после них осталась дощечка с надписью: «Здесь люди с планеты Земля впервые ступили на Луну. Июль, год 1969. Мы пришли с миром от всего человечества».

Шесть раз посещали Луну американцы. С каждым посещением удлинялся срок их пребывания, все дальше отваживались они отходить от своей спасательной шлюпки. А затем взяли с собой специальные вездеходы и совершали на них близкие поездки. В последний, шестой раз они прошли на вездеходе 31 километр, удаляясь от ракеты на расстояние до семи километров.

Между тем советские ученые продолжали эксперименты на Луне с помощью управляемых с Земли автоматов. В том числе и такие, которые осуществляются лишь в лаборатории. В том числе и такие, которые требуют перемещения по поверхности Луны.

12 сентября 1970 года и 14 февраля 1972 года на Луну были посланы автоматические станции для забора проб грунта и доставки их на Землю. 30 ноября 1970 года и 8 января 1975 года ракеты доставили туда управляемые с Земли «луноходы». Их путешествия по Луне привлекли внимание всего человечества.

Широкий комплекс исследований Луны включал мероприятия, которые можно проводить только с орбиты искусственного спутника. И к Луне уходили устройства, становившиеся ее искусственными спутниками. По той же дороге отправлялись машины для фотографирования обратной стороны Луны. Таким образом, за прошедшие годы — вплоть до работы второго советского «лунохода» — был запущен 21 автоматический аппарат разных устройств и назначений. Кроме того, в этой работе принимали участие восемь автоматических аппаратов серии «Зонд».

Выдающийся советский ученый академик А. А. Благонравов сказал: «Я убежден, что в дальнейшей разведке космоса первыми будут автоматы. Они раньше человека высадятся на Марсе и на Венере. Они первыми преодолеют пояс астероидов и прорвутся к большим планетам нашей системы. Они так близко подлетят к Солнцу, как никогда не сможет приблизиться человек». Мы видим, что его слова сбываются.

Да, автоматы и дальше пойдут в черную мглу космического пространства, к светлым дискам планет, к яростному пламени звезд.

Но вслед за автоматами всюду, куда можно, придет человек...

ПУТЕШЕСТВИЕ ПО ПЛАНЕТАМ

Когда Галилей впервые обратил в небо объектив своей подзорной трубы, он был потрясен сходством небесных тел с родной планетой. Это сходство поражало и многих последующих наблюдателей.

Действительно: и на Луне и на Земле есть горы. И на Земле и на Марсе пульсируют, сообразно с временами года, белые шапки на полюсах.

Сходство распространяли и дальше. Населяли все планеты и спутники живыми и даже разумными существами.

Потом ученых начали больше удивлять различия между небесными телами, чем сходства между ними.

Чем похож резкий, не терпящий полутонов пейзаж Луны на земной? Чем похож холодный Марс на горячую, покрытую густой атмосферой Венеру?..

Переворот в изучении планет произвело развитие космонавтики. Еще со времени первого искусственного спутника Земли можно было четко предвидеть, какие этапы предстоит преодолеть: первый полет живых существ, первый полет человека, первые автоматы к Луне, потом к Венере и Марсу, первые экспедиции на Луну... Но никто не решился бы утверждать, что все это уложится в сжатые сроки одного-полутора десятилетий. Стремительность прогресса космонавтики сегодня опережает любые самые смелые прогнозы. Но по существу началась только ее юность. Ибо дальше Юпитера еще не залетал ни один из автоматических разведчиков землян.

Планеты стали доступны для непосредственного изучения. Возникла возможность рассматривать их в упор, вплотную, непосредственно установить параметры их физических свойств — температуры, давления атмосферы, напряженности магнитного поля и т. д. Небезынтересно и здесь проследить хронику событий.



...Ближайшая соседка Земли в Солнечной системе — утренняя красавица нашего небосклона, звезда пастухов и влюбленных, лучезарная Венера.

Конечно, астрономы давно уже измерили и взвесили эту планету. Она может приближаться к Земле на расстояние 39 миллионов километров — на 16 миллионов километров ближе, чем Марс. Ее диаметр чуть меньше земного — 12 400 километров, и она всегда закрыта непроглядным покровом атмосферы, открытой в 1761 году М. В. Ломоносовым. С тех пор наши знания о Венере увеличивались очень медленно.

Прежде всего астрофизики рассказали бы о том, что ее атмосфера непрозрачна, в ней плавают густые облака, по всей вероятности, водяного пара, которые, подобно чадре, скрывают от нас лицо этой незнакомки. По величине сумерек очевидно, что толщина атмосферы в три-четыре

раза больше земной. Давление, видимо, равно 10—30 атмосферам на поверхности. Температура предположительно около 300 градусов выше нуля. А каков химический состав атмосферы? Из чего на самом деле состоят ее облака? Что преобладает на Венере — горы там или беспредельные пустыни? А может быть, на этой планете вообще нет твердой суши и всю ее покрывает беспредельный океан? И поскольку принято считать, что Венера — младшая сестра Земли, то и пейзажи у нее могут быть вполне земными, вернее, такими, какими они были на Земле в доисторические времена... Кроме того, Венера находится к Солнцу значительно ближе, чем Земля. Полярные сияния, которые трепещут в высоких слоях атмосферы над приполярными областями земного шара, вызываются проникновением туда потоков корпускул, летящих от Солнца. Значит, на Венеру таких частиц попадает намного больше и интенсивность полярных сияний на ней тоже повышается?

Как видите, вопросов накопилось немало. Их могли разрешить только прямые наблюдения.

Некоторые данные получили радиоастрономы. Французские ученые супруги Конн применили новый метод спектроскопического исследования инфракрасного излучения Венеры и кое-что выяснили о химическом составе ее атмосферы. И все-таки эти результаты оставались спорными, недостаточно достоверными.

В 1961 году запуском «Венера-1» в работу включились советские ученые.

В декабре 1962 года вблизи Венеры пролетел американский спутник «Маринер-2». По его сообщениям, Венера не имеет магнитного поля. Подтвердилась высокая температура ее поверхности. Выяснилось, что атмосфера Венеры очень суха, наверное, на ней нет открытых водоемов. Скорее всего, преобладает раскаленная, песчаная пустыня.

12 ноября 1965 года приняла старт автоматическая станция «Венера-2». 108 суток длился ее космический рейс.

За «Венерой-2» последовала «Венера-3». Одному из отсеков предстоял спуск... Этот шар диаметром 90 сантиметров покрыли теплостойкой изоляцией, которая предохраняла бы его от высоких температур, неизбежных при торможении. В шаре находились датчики.

Но вблизи Венеры с обеими станциями оборвалась связь. Видимо, им встретилось нечто неожиданное, не предвиденное нашими специалистами. Они успели сообщить на Землю только о заметном увеличении температуры, превысившей расчетные показатели.

Ученые, однако, не сдавались.

18 октября 1967 года в атмосферу Венеры вошел новый автоматический разведчик, затем через несколько месяцев этот же путь совершил еще один, и еще... Все они, распуская парашюты, медленно приближались к Венере, собирая на ходу данные и передавая их на Землю. И наконец, очередной посланец советской науки достиг почвы загадочной планеты. И тогда ученые получили сведения, так сказать, из первых рук, с поверхности «чужой» планеты.

Атмосфера Венеры оказалась совсем не похожей на нашу. У нее ведь

нет жизни, и поэтому атмосфера содержит главным образом углекислый газ. Его там около 97 процентов! Вероятно, первоначально на Земле тоже преобладал углекислый газ, но различные морские беспозвоночные животные связали огромные количества углерода в материал своих раковин. Первобытный углерод лег в вековечные слои известняка и мела, которые тянутся иной раз при бурении на сотни метров вглубь. Углерод содержится и в мощных пластах каменного угля, и в залежах нефти, и в сравнительно юных образованиях торфа. И осталось его в земной атмосфере всего 0,03 процента. Зато 21 процент в ней составляет кислород, запасы которого непрерывно пополняются за счет жизнедеятельности растений.

Кроме углекислого газа, Венера «дышит» азотом (около двух процентов) и инертными газами — аргоном, неоном и т. д. Там совсем мало свободного кислорода и водяных паров. А вот на дне атмосферы измерены чрезвычайно высокие давления и температуры.

Сегодня Венера представляется неким подобием ада. Там нет и не может быть ни капли воды. Даже когда она была, ее молекулы под действием фотонов солнечных лучей дробились на кислород и водород. Кислород, химически чрезвычайно активный, тут же вступал в соединение с металлами, углеродом, серой. А водород шел на образование планетной короны, из которой отдельные его молекулы нередко улетали в космическое пространство. Атмосфера Венеры обогащалась углекислым газом, пока он не стал ее почти единственной составляющей.

Разумеется, придет час, и на почву Венеры ступят космонавты. Не знаю, какие жаропрочные охлаждаемые костюмы наденут они, но это будет обязательно! Странные картины предстанут перед их глазами.

В феврале 1974 года рядом с планетой прошел американский «Маринер-10». Он сделал ряд снимков с небольшого расстояния. Конечно, удалось сфотографировать только облачный покров. Но были ясно видны темные пятна и полосы. По мнению специалистов, они свидетельствуют о мощных перемещениях атмосферных масс, связанных с переносом тепла от экватора к полюсам.

Кое-какие новые данные получены и радиоастрономическими методами. Плотную венерианскую атмосферу «просветили». Работа эта длилась более года, в ней принимала участие электронно-вычислительная машина, выполняющая 50 миллионов операций в секунду. Исследованный лучом радара район — величиной с Аляску — оказался густо покрыт кратерами. Их там насчитали двенадцать, диаметром от 40 до 180 километров. Таким образом, под непрозрачной чадой облаков Венера скрывает попорченное космическими осипинами лицо.

1975 год принес новые победы советской науке. 8 июня была запущена «Венера-9», 14 июня — «Венера-10». В октябре обе станции стали первыми искусственными спутниками планеты, а их спускаемые аппараты достигли Венеры и передали на Землю первые фотографии ее поверхности. Пока рано говорить о выводах. Скорее всего, наружные слои Венеры по твердости представляют собой слабые граниты. Поверхность имеет комковатую структуру, возникшую сравнительно недавно. В резуль-

тате чего это произошло? В результате извержения вулкана или в силу других причин? Ученым еще предстоит в этом разобраться. Штурм планеты продолжается...



Марс — ярко-красная, как рубин, планета на нашем горизонте, о которой еще в древности складывали легенды, — второй сосед Земли. Он значительно меньше — его диаметр составляет всего 6780 километров, а масса — 0,1 массы Земли. Он движется по орбите со скоростью 24,1 км/сек на среднем расстоянии от Солнца в 1,5 раза больше земного. Этот путь он проходит за 686,98 земных суток. Он вращается вокруг своей оси за 24 часа 37 минут 23,6 секунды. Эта ось вращения наклонена к плоскости орбиты почти так же, как земная ось, и поэтому на Марсе происходит смена времен года почти так же, как на Земле. За это сходство Марс иногда называют двойником Земли.

Марс окружен более разреженной атмосферой, отличающейся от земной по химическому составу и строению. Во всяком случае, в ней во много раз меньше и кислорода и воды. В этой атмосфере плавают облака, из которых выпадают твердые осадки — иней; в ней клубятся вечерние и утренние туманы.

Полюсы Марса покрыты белыми шапками, величина которых изменяется в зависимости от времени года. Зимой белые шапки увеличиваются, летом уменьшаются. Наверное, так же выглядит из космического пространства изменение величины снежных покровов на Земле.

Весной граница снегов отступает далеко к полюсу, осенью и зимой приближается к экватору. Путем специальных исследований удалось установить, что белые шапки Марса образованы действительно ледяным покровом.

Но на этом и кончается сходство между планетами-близнецами. Поверхность Марса нигде не покрыта сколько-нибудь значительным водным пространством.

Климат там суровый, значительно более суровый, чем на Земле. Зимой поверхность даже днем имеет очень низкую температуру — от минус 50 до минус 80 градусов. В экваториальной зоне в полдень температура поднимается до плюс 25 градусов, однако ночью она падает значительно ниже нуля. В полярных областях в течение непрерывного летнего дня температура долгое время держится в пределах от 0 до плюс 15 градусов.

Поверхность Марса имеет целый ряд резко различимых темных пятен. Эти пятна по привычке называют «морями», хотя, по всей вероятности, это что-то совсем иное.

Окраска марсианских «морей» изменяется в зависимости от времен года. Те «моря», которые находятся в экваториальной части планеты, большую часть года имеют голубую, серо-голубую и серо-зеленую окраску. Между весной и осенью некоторые из них приобретают зеленый оттенок.

«Моря» и «заливы», находящиеся в умеренном поясе, имеют голубую

и зеленую окраску только в летний период. Причем чем ближе располагается темное пятно к полюсу, тем короче у него время зеленого и голубого цвета.

Осенью эти пятна становятся коричневатыми.

А не являются ли они областями, покрытыми растениями — лесами, лугами, на красном фоне пустынь?

Именно этой точки зрения придерживались целый ряд современных исследователей как в нашей стране, так и за рубежом. Особенно много сделал для ее утверждения советский ученый Г. А. Тихов, посвятивший Марсу всю свою жизнь. По его мнению, и темные пятна на поверхности Марса, и тонкая сеть геометрически правильных линий — каналы — представляют собой растительность, цвет которой изменяется в зависимости от времени года.

В 1965 году были получены фотографии поверхности Марса, сделанные американской межпланетной станцией «Маринер-4». Первой их опубликовала в нашей стране «Комсомольская правда». И в тот же день в редакцию позвонил один крупный астроном, который с удивлением спрашивал, не произошло ли ошибки, не поместили ли вместо новых снимков Марса старые снимки Луны? Те же кольца кратеров и цирков, такой же мертвый и «бездобразный» пейзаж...

В 1971 году «красную планету» навестила целая международная эскадрилья автоматов — два советских и один американский. В 1973—1974 годах исследования были продолжены. И все яснее становилось, что от былой марсианской романтики не остается и следа, что многие учёные напрасно ожидали встретить там живое, а может быть, и разумное.

Во-первых, на Марсе обнаружились горы, и даже более высокие, чем на Земле. Кратер одного из марсианских вулканов под поэтическим названием Снега Олимпа достигает в диаметре 65 километров, в основании — диаметра 500 километров, а по высоте — от 12 до 30 километров. Есть там и горные цепи, и равнины, протянувшиеся на сотни километров.

Во-вторых, на Марсе очень мало воды, зато случаются столь протяженные и длительные песчаные бури, что поверхность планеты на долгие месяцы оказывается закрыта даже от близких глаз искусственных спутников. И конечно, там нет никаких «каналов», сооруженных для орошения безводных пространств. По всей вероятности, на Марсе нет не только разумных существ, но и вообще жизни. А этот факт заставляет пересмотреть бытовавшие до сих пор воззрения на распространенность жизни во Вселенной. Уж если жизнь не возникла на столь подобной Земле планете, то где же еще она может быть?!

В марте 1974 года вблизи Марса работали еще две советские автоматические станции — «Марс-6» и «Марс-7». Спускаемый аппарат одной из них совершил посадку. Достоинием науки стали сведения о параметрах марсианской атмосферы, полученные прямыми измерениями. Эти данные свидетельствовали, что над отдельными участками поверхности содержание воды в несколько раз превышает ранее известные величины. С помощью магнитометра в ближайших окрестностях планеты зарегистри-



Вперед, к звездам!

рировано магнитное поле, приблизительно в десять раз превышающее межпланетное.

Прежде Марс считали более старой планетой, чем Земля. Однако сейчас этот тезис подвергается ревизии. На Марсе выявлены сравнительно молодые вулканы. Есть мнение, что его атмосфера столь рассеяна не потому, что она успела растаять в космическом пространстве, а потому, что она еще не успела набрать полную силу. Узкие ветвистые каньоны удивительно напоминают русла «высохших» рек. Специалисты еще не пришли к выводу, что это такое, если не следы недавних водных потоков. Но при сверхнизком давлении вода просто не может существовать. Так что же, еще недавно марсианская атмосфера была иной? Воистину, число загадок «красной планеты» сегодня только увеличилось...

Последние достижения космонавтики позволили человеку «дотянуться» и до более отдаленных планет. К их числу относится Меркурий.

Что мы знали о нем раньше?

Он значительно меньше Земли, но чуть больше Луны. Его диаметр равен 5140 километров. Год на Меркурии длится 88 земных суток. Подобно тому, как Луна всегда повернута к Земле одной стороной, Меркурий всегда повернут одной и той же стороной к Солнцу.

Атмосфера Меркурия крайне разрежена, но она существует. Ее постоянно пополняют исторгающие из Солнца ядра и атомы водорода. Но она, вероятно, лишь немногим плотнее атмосферы Луны; два мира во многом схожи

между собой. На дневной, не защищенной атмосферой поверхности Меркурия температура достигает плюс 410 градусов. При этой температуре уже плавятся такие металлы, как свинец и олово. Возможно, что лучи Солнца, освещдающие планету, кое-где отражаются от сверкающих озер, образованных этими расплавленными металлами.

На другой стороне Меркурия — царство вечного мрака, рассеиваемого только светом звезд и планет, и холода, вряд ли многим отличающегося от холода космического пространства. На дневной стороне — озера расплавленного свинца, на затененной — ледяные скалы из затвердевшего азота.

Между двумя областями этого шара контрастов должна лежать неширокая полоса, так сказать, «умеренного климата». Вследствие либрации — покачивания, подобного тому, благодаря которому мы видим несколько больше половины Луны,— Солнце в этой полосе Меркурия восходит над горизонтом и заходит.

Видимо, в этой полосе «умеренного климата» и следует искать астронавтам место для посадки корабля, а затем отсюда отправляться на разведку и освещенной, и затененной областей планеты.

По своим ограждающим свойствам поверхность Меркурия подобна поверхности Луны. Наверное, она тоже — во всяком случае с освещенной Солнцем стороны, потому что о затененной мы вообще ничего сказать не можем — неровная, пористая и шероховатая, но крупных неровностей, гор, по всей вероятности, там нет.

30 марта 1974 года американская межпланетная станция «Маринер-10», повстречав на своем пути Венеру, прошла всего в 720 километрах от Меркурия. В руки людей попало около 800 великолепных снимков планеты. Великолепных потому, что на ней нет ни облаков, ни какой-либо дымки, мешавшей фотографированию. Атмосфера планеты, совсем незадолго до того открытая советским ученым Н. А. Козыревым, оказалась на редкость прозрачной. Удалось установить и ее химический состав: аргон, неон, гелий и водород. Поверхность планеты покрыта слоем пыли, а температура ее колеблется от минус 185 до плюс 510 градусов по шкале Цельсия.

Обнаружено также огромное количество метеорных кратеров.

На снимках рядом с Меркурием запечатлен загадочный предмет диаметром около 25 километров. Сначала ученыые решили, что это спутник планеты, но позже отказались от этого предположения, объяснив происхождение загадочного пятна отблеском в оптике съемочного аппарата «Маринера». Впрочем, вторая встреча этой же станции с Меркурием в сентябре 1974 года вызвала новые споры, и еще нельзя окончательно установить наличие или отсутствие у планеты спутника.

■

Трудно угадать сейчас, но, судя по всему, дальнейшее приобщение планет к числу посещенных и освоенных человеком несколько затормозится.

Это произойдет потому, что между Марсом и следующей по порядку планетой от Солнца — Юпитером — трассы отнюдь не безопасны для космического плавания.

С Земли мы наблюдаем только самые крупные астероиды — небольшие планеты диаметром в десятки и сотни километров. Отмечены и астероиды, имеющие диаметр всего в несколько километров. А сколько разной «мелочи» — осколков величиной от нескольких граммов до сотен тысяч тонн — движется еще в этом пространстве, сказать трудно. Наверняка очень много. И столкновение с каждым из них грозит гибелью.

В будущем, вероятно, будет создана специальная служба «космической погоды», которая возьмет на учет все блуждающие метеорные рои, потоки, скопления астероидов и будет указывать наиболее безопасные пути. Может быть, будут даже приняты какие-нибудь меры по расчистке «судоходных фарватеров» от этих «подводных камней». Но это еще в очень отдаленном будущем. А на первых порах кольцо астероидов явится значительным препятствием для земных космических кораблей, летящих в плоскости земной орбиты к гигантским далеким планетам.

Есть и второе препятствие, которое затормозит освоение замарсианских областей Солнечной системы,— отдаленность этих планет. Ведь только полет на Юпитер с облетом вокруг него и возвращением на Землю по эллиптической орбите займет несколько лет. Такой же полет на Сатурн затянется на 12 лет, а на Уран — на целых 30 лет! Астронавтам придется провести в тесной кабине ракеты большую часть жизни.

Выход откроет широкое использование атомной энергии. С ее помощью корабль сможет «выпрыгнуть» из плоскости эклиптики и преодолеть пояс астероидов «над ним» или «под ним». Атомная энергия позволит также космическому кораблю развить скорости, которые сократят продолжительность полета до самых отдаленных планет — Нептуна и Плутона — с десятилетий до нескольких месяцев и даже недель.

Впрочем, высадка на эти планеты, кроме Плутона, вряд ли будет осуществлена даже в обозримой перспективе. Дело в том, что, по предположениям астрономов, эти планеты состоят главным образом из газов: Юпитер и Сатурн — из водорода, Уран и Нептун — из аммиака, метана и воды. Твердое ядро у них находится очень глубоко, во всяком случае значительно ниже того слоя, где давление достигает такой величины, что самые трудносжимаемые газы превращаются в жидкости. Космический корабль, упавший под действием притяжения Юпитера в его атмосферу, проваливаясь сквозь нее, будет раздавлен чудовищным давлением газов (подобно тому, как давление воды раздавливает закупоренную бутылку, опущенную на канате глубоко в море) еще тогда, когда корабль не погрузится и на десятую часть глубины могучей атмосферы планеты.

...Итак, позади орбита Марса, впереди таинственный пояс астероидов. Эти крохотные планетки бегут по самым различным, нередко очень вытянутым орбитам. Есть среди них даже такие, которые в ближайшей

к Солнцу точке проникают внутрь орбиты Меркурия, а в наиболее отдаленной приближаются к Юпитеру.

Вот, медленно поворачиваясь, словно лениво подставляя лучам Солнца все свои грани, движется гигантская глыба. У нее очень неправильная форма. Конечно, ни атмосферы, ни жизни нет на ее поверхности. Атмосферы она удержать не могла бы даже короткое время,— слишком мало ее притяжение.

Лучи Солнца освещают то большую, то меньшую площадь «неповоротливого» астероида. И блеск его все время изменяется. Не покидая своей орбиты, он удаляется от нас. Вот уже превратился в мерцающую звездочку и наконец, мигнув в последний раз, исчез в темноте... ■

На черном бархате неба сияет самая крупная планета Солнечной системы — Юпитер. Отчетливо различима сплюснутость у полюсов этого блестящего золотистого шара, перечеркнутого рядом темных, параллельных экватору полос. Он стремительно вертится вокруг своей оси: сутки на этом великане продолжаются менее 10 часов. Причем отдельные пояса планеты имеют различные периоды вращения, словно это плохо связанные друг с другом маховики, посаженные на одну ось или друг на друга.

Юпитер примерно в пять раз дальше от Солнца, чем Земля. Поэтому движется он по своей траектории значительно медленнее, а сама траектория значительно длиннее земной. И год на Юпитере продолжается почти 12 земных лет.

Гигантскую планету сопровождает целая свита из 12 спутников. Среди них есть спутники-исполины, не уступающие по величине нашей Луне и даже превосходящие ее. И есть спутники-малютки, которые, оказавшись в семье астероидов, почувствовали бы себя в своем кругу. Поперечники их составляют от 20 до 120 километров.

Что представляют собой темные полосы на диске Юпитера? Откуда появляется и куда исчезает таинственное красное пятно, периодически всплывающее в его облачном покрове? Чем — вулканической ли деятельностью, распадом ли радиоактивных элементов или выделением тепла от сжатия — объясняется более высокая (на 15 процентов) температура на его видимой поверхности, чем она должна была бы быть по расчетам, если бы в его температурном балансе участвовала одна радиация Солнца? Какие таинственные радиостанции установила природа в глубине его атмосферы? Радиостанции, привязанные к определенным точкам планеты, словно по команде включающиеся и выключающиеся все одновременно? Наконец, что скрывается под его сверхтолстым панцирем? Слой льда толщиной в 25 тысяч километров, покрывающий твердое металлическое ядро, как думает зарубежный астроном Вильдт? Или под чудовищным давлением газов на глубине 11 тысяч километров от видимой поверхности планеты водород, из которого в основном — на 85 процентов — состоит этот шар, переходит в твердое, «металлическое» состояние, как считает советский ученый А. Г. Масевич?

Впрочем, они вряд ли остались сегодня при своей точке зрения.

Почти два года, точнее, двадцать один месяц, длился полет к Юпитеру американского автоматического аппарата «Пионер-10». В начале декабря 1973 года он прошел мимо «станции назначения» на расстоянии около 130 тысяч километров. Это примерно треть пути от Луны до Земли. Удалось сделать 340 снимков Юпитера и его крупнейших спутников — Ио, Каллисто, Европы, Ганимеда.

На поверхности планеты, кроме знаменитого красного пятна, замечено еще одно, немного меньшее, белое пятно. Оно напоминает скопление кучевых облаков при тропических штормах. Выяснилось, что Юпитер имеет водородную и гелиевую короны. Верхний слой облачности состоит из перистых облаков аммиака. Ниже находится смесь водорода, метана и замерзших кристаллов аммиака.

Среди полученных автоматической станцией сведений немало и загадочных. Например, Юпитер излучает в пространство в 2,5 раза больше тепловой энергии, чем получает ее от Солнца. Откуда же берутся излишки? Быть может, в недрах планеты понемногу прогорает термоядерная печка, чьей интенсивности, однако, не хватает, чтобы превратить ее во вторую звезду нашей системы? Температура верхних слоев облаков равна минус 133 градусам. А интенсивность инфракрасного излучения освещенной Солнцем стороны такая же, что и у теневой стороны...

Удивительным оказалось и магнитное поле Юпитера. По мере сближения с ним станция оно несколько раз то появлялось, то исчезало. «Слоистое» магнитное поле — еще одна новинка космоса!

Траекторные измерения показали, что масса планеты — уж относительно ее величины у астрономов не было никаких сомнений! — больше, чем полагали. Больше и масса спутника Ио. Кстати говоря, у него обнаружена плотная атмосфера.

Обработка данных, полученных при полете «Пионера», займет, может быть, ряд лет. Тем более, что в декабре 1974 года мимо Юпитера прошла новая станция — «Пионер-11». Таким образом, поток новой информации как минимум удвоился...



Чудо Солнечной системы — Сатурн.

Эта планета не похожа на все другие. Ее окружает в плоскости экватора гигантской ширины многослойное кольцо. Оно так велико, что наш земной шар, положенный на него, казался бы обыкновенной вишней, приколотой к широкополой дамской шляпе. Однако толщина этих колец неизмеримо мала по сравнению с шириной — она едва ли превосходит 1—4 километра. По существу это плоский, как лист, поток мельчайших ледяных метеоритиков диаметром от 0,35 до 35 миллиметров.

Ярко освещенный золотисто-желтый диск планеты в обрамлении разноцветных мерцающих колец на черном фоне неба кажется дивной драгоценностью, сделанной волшебным ювелиром.

Но на ее поверхность не сможет опуститься космический корабль.

Неизвестно, есть ли у нее то, что принято называть «поверхностью». По всей вероятности, Сатурн — холодный газовый шар. Внешняя часть атмосферы Сатурна имеет температуру минус 155 градусов — на 15 градусов более низкую, чем Юпитер.

Диаметр планеты равен 120 800 километрам. Темные и светлые полосы, цветные пятна пропадают и появляются вновь в его атмосфере. Как и у Юпитера, вихри и бури проносятся в этом океане промерзающего газа, скрывающего таинственное ядро планеты.

Из девяти спутников Сатурна наиболее интересен шестой, названный Титаном. Его масса почти в два раза превышает массу Луны. Он покрыт мощной метановой атмосферой. К сожалению, физическая природа этого мира, находящегося так далеко от нашего, почти не изучена. Что там, под тяжелым зеленым пологом атмосферы? Зеленовато-синие озера сжиженных газов? Промерзшие камни, покрытые вековым инеем? Или, может быть, внутреннего вулканического тепла достает на то, чтобы поддерживать сносную температуру? А может быть, жизнь, приспособившаяся к ядовитой метановой атмосфере, все же существует здесь, хотя бы в самых простейших ее формах?

На все эти вопросы найдут ответы будущие астронавты. Они спустятся на дно атмосферы Титана и привезут фотографии непривычных для нас пейзажей. Они исследуют строение другого спутника Сатурна — Япета, узнают, почему одна его сторона, обращенная к планете, в шесть раз светлее другой...



Двигаясь от Солнца, мы прошли едва четверть пути до крайних известных нам границ Солнечной системы.

Но чем дальше от Солнца, тем реже встречаются планеты.

Уран... Несмотря на свои впечатительные размеры — его поперечник равен 53 400 километрам, — эту планету невооруженным глазом увидеть очень трудно: так далеко находится она от Земли. Ведь среднее расстояние Урана от Солнца несколько больше 2 миллиардов 872 миллионов километров!

На Уране еще холоднее, чем на Сатурне. Температура там опускается до минус 170 градусов. В очень сильные телескопы на его поверхности различают такие же темные полосы, как у Юпитера и Сатурна.

Интересно и сложно на Уране чередование дня и ночи и времен года. В результате ли космической катастрофы или по какой-то еще не известной нам закономерности, проявившейся при образовании Солнечной системы, но Уран опрокинулся на бок; ось его вращения почти точно лежит в плоскости орбиты. Благодаря такому своему положению он подставляет лучам Солнца то один полюс, то другой. Общая продолжительность года на Уране равна 84 земным годам. Примерно 42 года на одном полюсе Урана царит непрерывный день, на другом — ночь. На средних широтах около 21 года день и ночь аккуратно сменяют друг друга, но на одном полушарии удлиняются дни, а на другом ночи. Затем 21 год на широте

45 градусов одного полушария длится непрерывный день, а в другом полушарии на той же широте — ночь, после чего снова наступает 21-летний период смены дня и ночи. Потом полушарии как бы меняются местами, и все явления протекают в обратном порядке.

Уран имеет пять спутников. Плоскости их орбит почти перпендикулярны к орбите планеты. О том, какие физические условия обнаружат будущие астронавты на их поверхностях, можно только догадываться.



До Нептуна — следующей планеты Солнечной системы — от Солнца 4 миллиарда 496 миллионов километров. Наше жаркое светило, на которое больно взглянуть невооруженным и незатененным глазом, отсюда видно как яркая, имеющая едва различимый диск звезда.

Нептун лишь немногого меньше Урана — его поперечник равен 49 700 километрам. Но ось его наклонена к плоскости орбиты всего на 29 градусов, то есть почти так же, как у Земли и Марса. Поэтому смена дня и ночи и времен года там происходит почти так же, как на Земле. Только год тянется почти 165 земных лет! Но зато сутки короче наших: вокруг своей оси Нептун делает полный оборот всего за 15 часов 40 минут. Температура здесь равна минус 190 градусам. На поверхности Нептуна и его двух спутников космические путешественники найдут голубоватые полупрозрачные скалы из замерзшего азота; в узких ущельях, пробитых в этих скалах, струятся медленные реки из сжиженного кислорода.

В метаново-водородной атмосфере плавают тяжелые кислородные облака. А в ненастье горные породы, среди которых встречается и обычный наш земной лед, орошают кислородный дождь или, быть может, кислородный град.

Это фантастическая картина? Да. Но что в ней окажется реальным, смогут установить наши потомки.



Нам осталось осмотреть только Плутон, планету, открытую сорок шесть лет назад — в 1930 году. Плутон находится сравнительно недалеко от Нептуна. Благодаря большой вытянутости своей орбиты он иногда бывает даже ближе к Солнцу. А среднее его расстояние от Солнца равно 5 миллиардам 917 миллионам километров. «Всего» примерно на 1,5 миллиарда километров больше, чем у Нептуна.

Так далеко от Солнца находится этот мир, так слабо он освещается лучами, что даже измерить диаметр Плутона до сих пор по-настоящему не сумели. Предположительно, эта планета больше Марса и меньше Земли. Оборот вокруг Солнца она совершает за 248,5 земных лет.

Поверхность Плутона состоит из затвердевших, превратившихся в лед газов — кислорода, азота, метана. Над голубоватой пустыней, над скалами, в гранях которых трепещет отблеск звезд, встает яркая желтая звезда

с почти неразличимым диском. Это Солнце. Оно очень далеко, почти в 40 раз дальше, чем от Земли. Его лучи бессильны разогнать тьму. Сумерки — нечто вроде ленинградской белой ночи — вот что представляет собой яркий день в этом мире.

Мы стоим с вами, читатель, на границе нашей Солнечной системы и смотрим в безбрежный океан черного пространства. Миллионы и миллиарды километров, которые вслед за мечтой неизбежно пробороздят реальные корабли землян, несизмеримы с расстояниями, которые отделяют Солнце от соседних ближайших солнц. До сих пор мы как бы перевалиялись через мелкие ручейки, а теперь перед нами раскрылась необозримая ширь великого океана!

Что ж? Это и есть та окончательная преграда, которую поставила на пути человека природа и которую он при всей своей дерзости не сможет перешагнуть?

Бесспорно, нет! Только эта дерзость должна опираться на точные знания.

Даже новые данные о планетах, появившиеся за последнее время, свидетельствуют о недостаточном нашем понимании некоторых общих закономерностей природы. Вероятно, придется пересмотреть какие-то космогонические гипотезы. Накопление знаний должно лечь в основу представлений, значительно приближающих нас к истине.

ПЛАНЕТЫ — РОДНЫЕ И ЧУЖИЕ

Луна — первое, наиболее просто достижимое небесное тело. Земные «колонисты», высадившись на ней, поставят задачу найти и использовать для обеспечения экспедиции местные ресурсы. Нет сомнения, они найдут там воду. Выделят ли ее, входящую в состав кристаллических пород, или она фонтаном ударит из пробуренных скважин, или обнаружатся толстые прозрачно-голубые пласти ископаемого льда — сказать сегодня нельзя. Но Луна сама обеспечит своих жителей.

Появится возможность получения в неограниченных количествах и необходимого для дыхания кислорода. Этот газ тоже должен содержаться, пускай в связанном виде, в горных породах Луны. Ведь и по сегодняшним предположениям «лунит», покрывающий поверхность нашего спутника, содержит окись кремния, окись алюминия, окись калия, натрия, кальция, железа и магния. Неплохая «руда» для металлов и кислорода!

Возможно, целый лунный цирк перекроют земные пришельцы прозрачной пластмассовой крышей, чтобы создать под ней город с оранжереями и садами, парками и промышленными предприятиями.

Конечно, сейчас еще слишком смело говорить о транспортировке с Луны полезных ископаемых как о перспективе ближайшего будущего. Но разве можно было говорить в те века, когда человечество располагало для передвижения по воде лишь челноками с веслами и парусом, о возможности регулярных трансокеанских рейсов кораблей, вмещающих тысячи пассажиров и десятки тысяч тонн грузов?

И не будут удивительными для тех, кто придет позже нас, регулярные прилеты межпланетных лайнеров, нагруженных концентратами иридия или гадолиния — металлов, которые могут внезапно оказаться сверхнужными земным инженерам.

Ну, а что даст Марс? Может быть, семена марсианских растений позволят превратить в плодороднейшие поля болотистые области сегодняшней тундры или засушливые — среднеазиатских пустынь? Может быть, растения Венеры произведут переворот в земном сельском хозяйстве? Или будут крайне полезными насекомые марсианских «морей» и животные, обитающие там... Все это сегодня — область догадки.

Важно другое. Важно чрезвычайно внимательно отнести к этой проблеме встреч с жизнью других планет. Эта жизнь может оказаться бессильной перед земной жизнью — и случайно занесенные бактерии уничтожат ее прежде, чем ученые успеют изучить ее и прийти к ней на помощь. А вот другой вариант: она окажется чрезвычайно агрессивной и враждебной земной жизни. И опасным будет завоз на Землю чужих микрорганизмов, семян чужих растений.

Так или иначе каждый полет земного Колумба, прибавляющего новую планету, новый мир к уже открытым, бесспорно, прибавит новое и в сокровищницу знаний, и в сокровищницу народных богатств.

Космическая эра назовет имена многих открывателей «новых светов», но ни одного Магеллана, который сможет сказать: я обошел весь мир. Ибо Вселенная — бесконечна.



За планетами Солнечной системы последует открытие планет ближайших звезд.

Трудно представить, что переживут, с чем встретятся будущие межзвездные путешественники. Неутолимая жажда знаний приведет их на другую планету, под другое небо, и с волнением станут они смотреть на другое солнце. Позади — триллионы километров пути на звездном корабле, соперничающем в скорости со светом. Где-то в бездонных просторах осталась звезда, имя которой Солнце, планета, имя которой Земля... Откроется люк, и люди вступят в непривычный мир...

Пройдет сколько-то лет. И снова в черных безднах космоса возникнет яркая, движущаяся к нам с поразительной скоростью звезда, сияющая своим мощным лучом, подобным лучу гигантского прожектора. Это первые звездоплаватели включат для торможения корабля фотонный двигатель. Несколько смелых маневров, и корабль ляжет на одну из возможных орбит, по которой вернется в нашу Солнечную систему.

И может быть, в один из таких прилетов межзвездные путешественники привезут нам сведения о соседнем разуме, о существах, с которыми возможен обмен идеями, знаниями.

Знание — это самое драгоценное, что смогут добыть люди. И это самое драгоценное, что может дать Земля цивилизациям иноземных планет.

...Космическая эра началась. Ей никогда не будет конца. Ибо гениально прав был американский поэт Уолт Уитмен, сто лет тому назад написавший такие бессмертные строки:

Сегодня перед рассветом я взошел на вершину горы и увидел кишащее звездами небо.

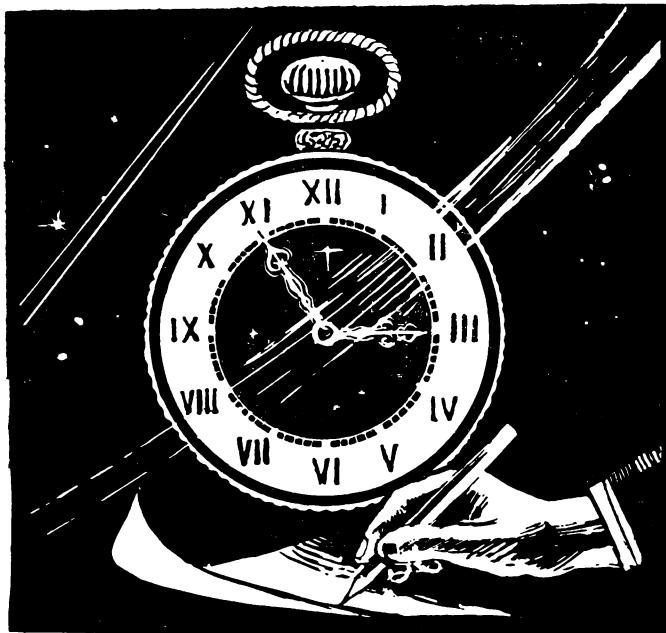
И сказал моей душе: «Когда мы овладеем всеми этими шарами Вселенной, и всеми их усладами, и всеми их знаниями — будет ли с нас довольно?»

И моя душа сказала: «Нет, этого мало для нас. Мы пойдем мимо — и дальше!»

Он хорошо знал человеческую душу, этот столяр, ставший знаменитым поэтом.

10

ГЛАВА



БЕСКОНЕЧНОСТЬ
ПОЗНАНИЯ

B

селенная окружает нас со всех сторон, но очень мало кто видел ее лицом к лицу.

Мы, пассажиры гигантского космического корабля, называемого «Земля», смотрим на Вселенную сквозь тусклые стекла иллюминаторов... нет, сквозь тусклое стекло атмосферы. Мы, частицы Вселенной, отделены от нее двухтысячекилометровым непрозрачным слоем газов.

И поэтому днем нам кажется, что мы окружены голубым хрустальным куполом, по которому движется Солнце, под которым плывут облака. А ночью нам представляется, что этот купол приходит в движение и, не видимый в темноте, вращает вокруг нас бесчисленные искры не столь уж далеких звезд. С такими бесхитростными представлениями о хрустальном куполе века и тысячелетия жило человечество.

А это просто оптический обман, порожденный, с одной стороны, недостаточной прозрачностью атмосферы, а с другой стороны, несовершенством человеческого зрения. Лишь до определенного предела могут различать глаза последовательность расположения предметов. А дальше — все сливаются в один сплошной фон. И нельзя понять, какая звезда ближе к нам, какая дальне.

Человеческим органам чувств не дано ощутить бескрайности пространства. Зато человеческому разуму дано постичь бесконечность и пространства, и времени...

Первым в новой эре высказал мысль о бесконечности Вселенной Джордано Бруно. Не было в его время ни изощренных методов исследования спектров и радиоволн, не было даже простых телескопов. Невооруженной мыслью проник он за хрустальную сферу небесного свода и разбил его на мельчайшие осколки.

А сегодня уже языком математики, языком точного знания описаны многие закономерности нашей Вселенной.

Первым о вечности Вселенной сказал философ-материалист античной Греции Гераклит. Это он назвал мир «вечно живым огнем».

Сегодня ученые пришли к убеждению, что вечна только материя, а Вселенная наша, какой мы знаем ее, имела начало. Догадываются учёные и о ее конце.

НА ВЕРШИНЕ

Вряд ли больше десяти тысяч лет прошло с тех пор, как впервые подняло к небу голову одетое в звериные шкуры существо, увидело узор звезд и задало себе вопрос: а что же это такое?

Десять тысяч лет... Это миг в истории Вселенной. Протяните десятикилометровой длины нить — пусть это будет время, протекшее с момента первоначального взрыва. Тогда вся история человечества уместится в сантиметровом последнем отрезке этой нити. В нем — становление первых рабовладельческих государств Двуречья, Египта, Греции, ужасы средневековья, крестовых походов, радостные победы Ренессанса. Последняя десятая доля миллиметра вмещает две мировые войны и все

героическое время социалистических революций. Человеческая жизнь занимает в этой нити всего несколько сотых долей миллиметра... Сотые доли миллиметра — и десятикилометровой длины нить!

А сам человек — непрочное соединение органических молекул, способных развиваться только при узко заданных внешних параметрах: в атмосфере четко определенного состава, при колебаниях температуры, не превышающей 50—60 градусов, при определенном давлении... Да мало ли еще что необходимо, чтобы человек мог жить! Не много в природе мест, где соблюдаются все эти условия.

Слабая, беспомощная, крохотная невидимка — вот что такое человек в масштабах Вселенной.

Но так может только показаться.

А на самом деле именно человек сумел взглядом окинуть всю длину нити развития Вселенной и проникнуть мыслью в ее самые дальние дали.



Из рук в руки, из поколения в поколение передавали люди сокровища добытых знаний и, складывая их, как камни в этажи здания, как плиты в ступени лестницы, поднимались все выше и выше. И чем выше поднимались они, тем шире разбегался горизонт.

Уже стерлись, потонув в тени тысячелетий, надписи на древних камнях его фундамента. Кто открыл первый способ получения огня? Какому гениальному изобретателю принадлежит патент на колесо? Кто первым выплавил бронзу и изготовил стекло? Вероятно, мы никогда не получим ответа на эти вопросы.

Великое здание человеческой культуры...

В нем — все, созданное человеком. Вечно живые мраморы Фидия и злая ирония Свифта, великолепные геометрические построения Эвклида и величественные поэмы Гомера, открытия Лейбница и безымянный труд строителей городов, мостов, дорог, прозрение Менделеева и мечты Сен-Симона, волнительные идеи Эйнштейна и гениальные предвидения Маркса. В этом здании — бессонные ночи изобретателей и вдохновение поэтов, творения каменотесов и вахта операторов у электронно-счетных машин. Да, прежде всего в этом здании — труд, труд и труд. Потому что все в мире, созданное человеком, — плод его неустанного труда.

Нет в жизни большего счастья, нет высшей доли, чем сознавать, что в стенах этого здания есть и твой вклад, есть и твой камень. Ибо иначе — бессмысленно прожита твоя жизнь.

С вершины этого здания далеко видно во все стороны. И в сторону микромира — отсюда можно рассмотреть тончайшие механизмы строения ядра атома... И в сторону макромира — до дальних границ нашей Вселенной. Отсюда уже отправились первые экспедиции на Луну, дотянулись руками приборов до ряда планет Солнечной системы, поймали брызги лучей, родившихся миллиарды лет назад... Здесь уже научились пускать в ход атомные электростанции и превращать луч в электрический ток. Отсюда стартуют — пока еще в области ближнего космоса — космические корабли...

С вершины этого здания видно далеко назад — до тех самых дней, когда родилась наша Вселенная. Пусть неясны еще те или иные детали, те или иные периоды. Но новые и новые участки удается осветить прожектором человеческой мысли, новые и новые детали грандиозной картины восстановить, не исказив ни штриха...

С вершины этого здания отчетливо видны ошибки бывших пророков, наивность утверждений иных прославленных философов; легко оценить гениальность провидения истинных мудрецов и высоты мастерства умельцев...

И самое главное: с вершины этого здания можно заглянуть и в будущее...

ВСТРЕЧИ В КОСМОСЕ

Без сомнения, один из самых волнительных вопросов сегодняшней науки — встреча с живым на других мирах, встреча с братьями по разуму, возможность взаимного обогащения знаниями. Какой это могло бы дать новый могучий толчок культуре!

Фантасты придумали тысячи вариантов такой встречи. Спрутообразные марсиане из «Борьбы миров» Уэллса грозно идут на завоевание Земли... Прекрасная Аэлита из романа Алексея Толстого становится женой русского инженера... Мудрые калистяне приносят нам опыт и знания разделяющих веков... Земные астронавты «берут шефство» над живущими еще в каменном веке аборигенами Венеры... В американской литературе преобладают драматическое непонимание, схватки, драки и войны при столкновениях с обитателями иных миров.

Ну, а в действительности, надо ли ждать, что наши потомки — нет, не в границах Солнечной системы и не в пределах ближайших двух столетий, а в более отдаленном будущем, когда обыденной реальностью станут межзвездные полеты, — встретятся с разумными существами? Надо ли надеяться на такую встречу?



...Оставляя за собой ослепительно яркий свет, с грохотом, подобным артиллерийской канонаде, пролетело над землей приблизительно с юга на север огненное тело. Где-то в глухой тунгусской тайге прогремел взрыв. Мощность его была соизмерима с взрывом ядерной бомбы: сейсмографы Европы и Америки зарегистрировали колебания земной коры. Воздушная волна дважды обежала вокруг земного шара. Случилось это 30 июля 1908 года.

Оказавшийся двумя десятилетиями позже на этом месте советский ученый А. Кулик, к его большому удивлению, не нашел воронки от упавшего метеорита. Позднейшие исследования убедительно показали, что гигантский взрыв произошел в воздухе, на высоте нескольких километров над землей. Однако никаких осколков так странно взорвавшегося небесного тела и до сего времени не обнаружено.

— А может быть, это был не метеорит? Может быть, это был космический корабль разумных существ с другой планеты или даже из другой звездной системы? — высказал предположение писатель-фантаст А. Казанцев. — Ведь никогда еще не взрывались так без остатка метеориты, попавшие в земную атмосферу. А взрыв ядерного горючего космического корабля, потерпевшего аварию при посадке, вызвал бы именно такие последствия...

Перенесемся из сибирской тайги в Малую Азию, здесь одна из древнейших колыбелей человечества. В долине рек Тигра и Евфрата располагались тысячелетия назад могучие государства. От них остались развалины храмов, общественных зданий, целых городов. Некоторые из них поражают и поныне своей грандиозностью.

Среди этих остатков цивилизаций давно уже известна и охотно посещается туристами так называемая Беальбекская веранда — площадка, сложенная из огромных каменных плит. Вес некоторых составляет сотни и даже тысячи тонн. И невольно встает вопрос: как могли люди, вооруженные лишь рычагами и блоками, перетащить и уложить такие глыбы?!

— Это сделали не рабы, а управлявшие могучими машинами гости из космоса, посетившие в те незапамятные времена нашу планету, — рассказал доктор (тогда еще только кандидат) физико-математических наук Агрест. Развивая свою идею, он объяснил их вмешательством гибель библейских городов Содома и Гоморры, образование Мертвого моря, содержание некоторых древних фресок, найденных в Сахаре, и т. д.

К сожалению, ученые ни разу не выступили с подробными, обоснованными возражениями против гипотез Казанцева и Агреста. Чаще всего они голословно отвергали как космический корабль, так и звездных пришельцев, сразу же объявляя возможность их появления ненаучной. Нежелание ученых привести убедительные доводы принималось многими за отсутствие этих доводов. Идея космических гостей приобрела популярность.

Что скрывать, наука лишь в самые последние годы получила некоторые, да и то косвенные данные, которые могут свидетельствовать, что тунгусское диво — не взрыв космического корабля. Но даже осколок метеорного железа, найденный в районе заимки Кулика, не был бы принят некоторыми как прямое и окончательное доказательство. «Что ж, — возразили бы сторонники Казанцева, — значит, корабль марсиан сделан из этого металла».

Трудно спорить и с Агрестом. И в этом случае наука не располагает ни одним фактом, который прямо указывал бы на то, что космические гости никогда не высаживались на Землю. Сторонники же Агреста могут сперировать бесчисленным количеством предположений. Каждая очередная загадка науки — их бастион обороны. А ведь на смену одной разгаданной загадке приходят три новые. И подобным «вольнодумцам» есть куда отступать...

Так что же, так и останется вечной тайной вопрос о том, посещали ли нашу планету разумные существа с других планет?

Попробуем посмотреть на этот вопрос с несколько иной точки зрения.

Да, конечно, жизнь — в том числе и разумная жизнь — должна возникать с железной необходимостью везде, где появляются для этого условия. Академики В. Г. Фесенков и А. И. Опарин пришли к выводу, что примерно у каждой сотой звезды нашей Галактики есть планеты, пригодные для жизни. Но из десяти таких планет лишь одна по своей устойчивости может обеспечить достаточный для этого срок. В общем, говорили они, «только в одном случае из миллионов пересмотренных наукад звезд можно рассчитывать обнаружить планету, где жизнь находится на той или иной ступени своего развития». По здравому размышлению вряд ли стоит считать эти цифры слишком пессимистичными. Ведь они оставляют в нашей Галактике целых сто тысяч «подходящих» планет.

Правда, цифры, на которых основываются наши дальнейшие рассуждения, далеко не бесспорны.

В. Г. Фесенков и А. И. Опарин исходили из предположения, что разумная жизнь возможна только на биологической основе и только в совершенно определенных, достаточно узких природных пределах. Но ведь отнюдь не доказано, что невозможны другие виды разумной жизни, развивающейся при вообще немыслимых, с нашей точки зрения, условиях — крайне низких или чрезвычайно высоких температурах, крайне низких или чрезвычайно высоких давлениях, в агрессивной и ядовитой химической среде и т. п. Допустимо, что существует еще целый ряд различных форм, способных стать вместилищем разума, кроме не очень надежной углеродной, белковой формы. Сумеем ли мы вступить в контакт с такими существами? Да, бесспорно. Какими бы различными они ни были — проявления разума, находящегося на одинаковых уровнях развития, на одинаковых уровнях познания мира, должны быть примерно сходными всюду. Но поскольку существование других форм жизни в настоящее время почти фантастично, да и защитники идеи о прилете космических гостей считают их чуть ли не во всем подобными людям, вряд ли целесообразно учитывать эту возможность.

Нет сомнения, что темп возникновения и развития знакомой нам биологической жизни, о которой мы только и говорим, определяется природными условиями планет. Как же велико должно быть совпадение, чтобы совпали отрезки «миллиметровой длины километровых нитей», чтобы мыслящие существа одной планеты могли встретиться с другими мыслящими существами на том же уровне сознания!

— Это возможно, но очень мало вероятно, — сказал однажды академик Л. А. Арцимович. — Поясню примером. Представьте, что вас, обычного советского человека, разбудил утром стук в дверь. Вы не знаете, кто именно из трех миллиардов жителей земного шара навестил вас. Может быть, английская королева? Да, это принципиально возможно, но, судя по всему, нереально. И вы, конечно, не будете серьезно взвешивать шансы этой возможности, направляясь к двери, чтобы открыть ее. Так же не имеет смысла взвешивать шансы в пользу космического посещения. Оно так бесконечно мало вероятно, что можно твердо сказать: его не было.

■

Да, встреча в космосе интересна только с равными по разуму. И следы можно обнаружить только равных.

Рано или поздно звездолеты землян опустятся на какую-то обитаемую планету. Предположим, что не раскаленную пыльную пустыню найдут они там и не насквозь промороженную почву, а полную буйного кипения жизнь. И даже встретят орды человекоподобных существ с лексиконом из десяти гортанных слов, умеющих изготовлять каменные топоры и носящих с собой по кочевьям огонь в глиняном горшке. Это разумные существа.

Смогут ли земные посланцы оставить далеким потомкам этих дикарей свидетельства своего посещения, причем такие, которые не вызовут никаких сомнений и споров? Да, смогут. Например, запустив на одну из ближайших к планете «вечных» орбит свой спутник. Только достигнув достаточно высокого уровня развития, создав телескопы, убедятся эти потомки в его искусственном происхождении. В течение веков будут стремиться мечтой к этому сверкающему шару поэты и учёные планеты. Но лишь овладев тайной ракетного движения — значит, на еще более высокой ступени развития, — получат они в свое распоряжение содержимое прощального подарка: наши книги, фильмы, идеи.

Может быть, не спутником, а другим целесообразнейшим, нерушимым и вечным памятником отметят люди свое посещение. Но это не будут ни начертанные рукой дикаря наскальные «портреты», ни гигантские глыбы камней Баальбекской веранды, ни туманные намеки в «священном писании».

Жаль одного: не придется оставлять астронавтам таких памятников, не представится им случая в Солнечной системе встретить разумных существ, находящихся даже на первобытном уровне. Это уже доказала первая космическая разведка ближайших планет.

■

Ну, а встреча с разумным, далеко обогнавшим нас? Не блестяще ли возможность позаимствовать достижения более мощного интеллекта, стать учениками, чтобы затем догнать и пойти в ногу со своими космическими учителями? Это могло бы революционно поднять человечество на целый ряд ступеней прогресса...

Но очень мало вероятна и такая встреча.

Мы говорили: наш век — век стремительного разбега науки. Так выросли производительные силы, что все больше и больше людей уходит в сферу исследований. Нет сомнения, что этот процесс будет продолжаться и шириться.

Те наши прямые потомки, что придут всего через десяток тысячелетий, будут отстоять от нас дальше, чем мы отстоим от питекантропа. Нет, дело не только в количестве знаний, дело в качественных различиях. В течение миллионов лет естественная эволюция господствовала в природе. Человек применил ее законы и вывел новые сорта растений,

новые породы животных. Так почему, еще глубже постигнув законы живого организма, не начнет он направленно изменять самого себя? Тем более что его принудит к этому ряд объективных обстоятельств.

Мы, сегодняшние, так же не можем представить себе их — в одежде из магнитных полей, в космических кораблях из лучей, а может быть, и превратившихся в потоки лучей или сгустки энергии, вроде шаровых молний, — как питекантроп с его неразвитым мозгом не мог представить нас в синтетических тканях и с титановыми космическими ракетами.

Да, посетив Землю, разумные существа, обогнавшие нас всего на несколько тысячелетий, не будут говорить с нами как с равными.

Тем резче эта разница, чем больше разрыв в ступенях культуры. По всей вероятности, у разумных существ, ушедших по лестнице знания не на тысячелетия, а на десятки и сотни тысячелетий и тем более на миллионы и сотни миллионов лет, не может быть вообще никакого контакта с нами. Ведь даже естественная эволюция проходит за такой период времени путь от панцирных рыб до человека. И можно ли установить присутствие таких «гостей», если они, значительно более всемогущие, чем боги из самой фантастической мифологии, сами не захотят этого?! Конечно, нет!

Пожелают ли они установить с нами контакт, опуститься до нашего уровня? Очень трудно ответить на этот вопрос.

Нет, не было встречи равных с равными, землян — с пришельцами из других планет или других звездных систем.

И, скорее всего, не будет.

Но надо помнить и другое: открытие всегда неожиданно и часто невероятно. Значительно легче сказать: «Это невозможно», чем найти способ осуществить «это». И не вступили ли мы тут на легчайший путь прогнозирования?..

СИГНАЛЫ ЗВЕЗДНОГО РАЗУМА?

Джордано Бруно первым разглядел в далеких звездах образования, подобные Солнцу. «Существуют бесчисленные солнца, бесчисленные земли, которые кружатся вокруг своих солнц подобно тому, как наши семь планет кружатся вокруг нашего Солнца», — писал он.

17 февраля 1600 года Джордано Бруно был сожжен на костре. Это было доводом в споре всесильной тогда католической церкви со смелым мыслителем. Но еще никому никогда не удалось сжечь на костре идею. И до сих пор длится этот спор — и о множественности обитаемых миров, и о возможности связи с представителями неземного разума.

В спор этот вовлечено множество областей знания. Вспомните космогонию. Пока господствовала изящная гипотеза происхождения Солнечной системы Канта — Лапласа, и вопрос не вставал об ее исключительности. Однако эта гипотеза была забракована в ОТК математиков. На смену ей явилась мрачная и «безнадежная» теория Джинса, делающая нашу Солнечную систему почти уникальным явлением. И сразу упали шансы на космическую встречу с чужой культурой. Впрочем, теорию Джинса по-

стигла та же участь — и она не прошла проверки математикой. Сегодня наличие крупных планет у некоторых звезд подтверждено непосредственными наблюдениями. И снова оптимистичнее стал взгляд ученых.

Вспомните «идею» Агреста о прилете иноземных скитальцев, якобы уже имевшем место в годы ранней юности человечества. Данные истории и археологии, этнографии и петрографии были привлечены им (правда, крайне беспомощно) для подтверждения своей точки зрения. Вспомните казавшееся безукоризненным «шутливое» построение профессора И. С. Шкловского об искусственном происхождении спутников Марса... Нет, за прошедшие четыреста лет спор не только не утихает, но, наоборот, приобретает все большую остроту.

В последнее время появились новые интереснейшие факты, которые горячо обсуждаются и на страницах печати, и на специальных встречах. И в нашей стране прошло несколько таких встреч, например Всесоюзные совещания по проблеме «Внеземные цивилизации», состоявшиеся в Бюрокане (Армения). Что же это за факты?



В 1960 году радиоастрономы Калифорнийского технологического института обнаружили на небе новый источник радиоволн. Источник этот был не очень сильным, но странным по характеру. Его занесли в каталог под именем СТА-102. Изучением его занялись ученые многих стран. Заинтересовалась им и группа московских исследователей.

Сутки за сутками продолжалось наблюдение за точкой неба, откуда доносились на Землю до предела ослабленные расстоянием таинственные радиоволны. Плоды этих наблюдений были сведены в графики, опубликованные затем для общего сведения. Они оказались совершенно необычными.

На первом была изображена кривая, показывающая, что интенсивность работы космической радиостанции изменяется. Сначала она работает на полную мощность. Потом начинает ослабевать, достигает определенного минимума и некоторое время придерживается его. Затем ее мощность снова вырастает до первоначальной величины. Период полного цикла равен ста дням. Это первая особенность радиоизлучения объекта СТА-102. Но не единственная.

На втором графике был изображен радиоспектр. По вертикали отложены в соответствующих единицах интенсивность излучения, по горизонтали — длины радиоволн. Причем отчетливо выделяется пик мощности на волнах длиной около 30 сантиметров. Ученые прежде не встречали космические радиоисточники с таким спектром. Они сравнили его с радиоспектром обычной «станции», находящейся в созвездии Девы. Сходства не было ни на йоту.

В 1963 году американцы же натолкнулись еще на один столь же странный источник космического радиоизлучения, получивший каталожное имя СТА-21. Его радиоспектр также был изображен на графике. Он оказался подобен спектру СТА-102. Сдвиг между ними может быть от-

несен за счет так называемого «красного смещения», зависящего от разницы скоростей удаления от нас обоих рассматриваемых объектов. И поэту СТА-21 тоже привлек всеобщее внимание.

Надо отметить и еще одну деталь. Дело в том, что в космическом пространстве стоит непрерывный «радиошум». Самые различные природные процессы — от ударов молний в атмосферах планет до разлетающихся после взрывов сверхновых звезд облаков газа — порождают эти шумы. Минимум их приходится на радиоволны длиной в 7—15 сантиметров. Максимумы радиоизлучения загадочных СТА-102 и СТА-21 почти совпадают с этим минимумом. А ведь именно на волны такой длины настроили бы свои передатчики разумные существа, если бы встал перед ними задача межзвездной радиосвязи.

Поэтому-то советский ученый Н. С. Кардашев высказал предположение, что специалистам, вероятно, удалось поймать радиошумы, созданные «братьями по разуму», достигшими чрезвычайно высокого уровня развития. Никакого другого более естественного явления или процесса, происходящего в неодушевленной Вселенной, который мог бы породить радиоизлучение СТА-102 и СТА-21, Кардашев не нашел. Свою гипотезу он опубликовал в «Астрономическом журнале» Академии наук СССР.

В 1967 году уже известный нам Дрейк в течение трех месяцев пытался с помощью ра-



Сигналы звездного разума?..

диотелескопа уловить сигналы разумных существ, которые могли бы обитать на планетах ближайших звезд. Получить такие сигналы ему не удалось. Но это его не удивило. Он остроумно заметил, что существование другого «освоенного» мира на расстоянии всего в 11 световых лет от Земли свидетельствовало бы о крайней перенаселенности космоса.

В начале 1973 года американское Национальное управление по аэронавтике и исследованиям космического пространства сообщило о намерении всерьез заняться изучением межзвездной связи. Предполагается построить для этой цели гигантское «радиоухо», составленное из стометровых дисков, которые образуют круг диаметром примерно в пять километров. Такой радиотелескоп будет в четыре миллиона раз чувствительнее радиотелескопа, каким пользовался Дрейк для прослушивания космоса. Что ж? Может быть, на этот раз нас постигнет удача?..



Попробуем представить, насколько вероятно ожидать радиопередачу разумных существ, и нам сразу встретится целый ряд сомнительных и не очень точных положений, о которых мы уже говорили.

Прежде всего, откуда ожидать эти сигналы? Ученые уже почти уверены: Земля — единственный носитель разумной жизни в нашей планетной системе. Пройдет совсем немного времени, и космические экспедиции достаточно подробно изучат все миры вокруг Солнца, внеся окончательную ясность в этот вопрос. Но пока даже непонятное радиоизлучение Юпитера, бесспорно, имеет чисто природное происхождение.

С другой стороны, вряд ли возможно установление связи с разумными существами из других галактик. Например, расстояние до одной из ближайших к нам — знаменитой туманности Андромеды — составляет около двух миллионов световых лет. Думаю, и вас не устроит разговор, при котором на ответную реплику уйдет четыре миллиона лет...

Значит, «братьев по разуму» целесообразно искать только в пределах нашей Галактики.

Теперь продолжим рассуждения, начатые В. Г. Фесенковым и А. И. Опарным. В Галактике около 135 миллиардов звезд. Далеко не каждая подходит для того, чтобы создать условия для обитаемой планеты. Далеко не все планеты могут стать убежищем жизни — одни могут оказаться слишком близко к своей звезде, и ее пламя сожжет все живое, другие, наоборот, замерзнут во мраке космоса. И все же, по подсчетам американского ученого Доуэла, «остается» около 640 миллионов планет, подобных Земле. При условии, что они распределены равномерно, расстояние между ними должно составлять около 27 лет. Значит, в радиус 100 световых лет от Земли попадает около 50 планет такого же типа. Это очень обнадеживающий результат, дающий все шансы на радиосвязь между соседними мирами. Но...

На всех ли этих планетах возникла жизнь? Возьмем геологическую историю Земли. Прошло несколько миллиардов лет, прежде чем появились на ее поверхности первые простейшие организмы. Ориентировочно жизнь существует на нашей планете всего около трех миллиардов лет.

Почему же в течение длинного ряда предшествовавших миллионолетий не было? И на всех ли подобных Земле небесных телах обязателен такой же продолжительности «безжизненный» период? Он может быть больше. Или меньше...

И наконец, последнее. Повторим еще раз: встреча в космосе, связь в космосе возможны только с существами, стоящими примерно на одном уровне развития с нами.

Вернемся опять к вопросу о том, что может представлять собой культура «мыслящего духа» с объектов СТА-102 и СТА-21, если считать, что об этом получены их сообщения.



Безусловно, их цивилизация несравненно выше, чем наша.

Трудно сказать что-нибудь о расстоянии до источников СТА-102 и СТА-21, тем более что до самого последнего времени они не были обнаружены оптическими методами. Только с помощью Паломарского телескопа американским ученым удалось сфотографировать спектр звездочки, отождествляемой с СТА-102. По величине «красного смещения» они пришли к выводу, что это — сверхзвезда, отстоящая от Земли на миллиарды световых лет. Однако отождествление СТА-102 с такой сверхзвездой отнюдь не обязательно; возможно, что просто два астрономических объекта расположены в одном направлении от нас и примерно на том же расстоянии.

Поражает воображение мощность космических радиомаяков, раз уж мы рассматриваем эту гипотезу. Если принять, что СТА-102 удален от нас на несколько миллиардов световых лет, то мощность радиоизлучения, учитывая его широкий спектр и то, что оно не носит узко направленного характера, соизмерима с мощностью целой звездной системы, подобной нашей Галактике. Если СТА-102 находится несравненно ближе, то для питания его передатчика было бы достаточно энергии одного Солнца.

Трудно представить себе цивилизацию такого масштаба. Во всяком случае, надо убежденно сказать: она ушла настолько вперед, что общество с нею будет крайне затруднительно.

Сейчас мощность всех электростанций земного шара составляет около 4 миллиардов киловатт. Количество производимой энергии растет на 3—4 процента в год. Если этот темп роста не изменится, то уже через 3200 лет человечество получит столько же энергии, сколько излучает Солнце. Тогда оно тоже сможет «зажечь» радиомаяк для посылки сигналов другим разумным существам, в другой конец нашей Галактики.

ВЛАСТЕЛИНЫ ВСЕЛЕННОЙ

Близок день, когда человек, покоривший Землю, вышедший уже за пределы своего дома, начнет завоевание Вселенной. Сначала он исследует и обживет ближайшие планеты, затем всю Солнечную систему, а за-

тем совершил и колоссальный прыжок к ближайшим звездам. Это тоже не будет последним шагом... Неисчерпаемы тайны природы, но и безграничны способности человека в познании ее. И не только в умозрительном познании созерцателя, вместившего в своем мозгу необозримые пространства и периоды времени, но и в активном вмешательстве исследователя, преобразователя, творца.

До появления на Земле в результате эволюционного развития человека все живое приспособлялось к изменяющимся природным условиям. Не сумевшие приспособиться виды животных и растений вымирали — их остатки находят палеонтологи в глубинных слоях. Правда, и живое изменяло природу. Ученые считают, что современный состав атмосферы нашей планеты — прямое следствие существования на ней жизни.

Вспомните знаменитый пример, приведенный Фридрихом Энгельсом: козы могут вытоптать своими острыми копытцами траву на острове и превратить его в груду каменных скал. Но это — невольное изменение природы, не задуманное и не запланированное заранее.

Человек, наоборот, с самого начала расчетливо и планомерно начал приспосабливать природу к своим требованиям. Он зажигал в пещерах костры, чтобы было теплее. Он проводил в пустыни каналы, создавал грандиозные системы орошения, чтобы вырастить урожай. Сегодня он может поворачивать вспять реки, создавать искусственные моря.

Процессу творения, преобразования предшествует процесс постижения законов, управляющих жизнью стихий.

Человечество еще очень молодо. Всего несколько тысячелетий занимает его история, включая древнейшие цивилизации. Шестидесяти лет не прошло с тех пор, как впервые на земном шаре начал победно развиваться строй, открывающий широкие возможности для развития творческих сил человека. Ведь до этого они были всегда связаны национальными или социальными путями.

Какие же удивительные подвиги совершил освобожденное человечество в последующую свою историю!

Известный английский ученый и популяризатор Артур Кларк составил таблицу, тщательнейшим образом проанализировав темп развития производительных сил людей, темп прогресса.

Вот некоторые из его предположений.

1970 год. Космические лаборатории. Высадка на Луну. Ракета с атомным двигателем. Машины-переводчики. Хранение на складах электрической энергии.

1980 год. Посадка на планеты. Индивидуальное радио. Рождение вне тела женщины. Покорение силы тяжести.

2000 год. Переселения на планеты. Энергия без проводов. Шахты на дне моря. Открытие субэлементарных структур.

2010 год. Путешествие к центру Земли. Передача наших пяти чувств по радио.

2020 год. Запуск автоматических станций к другим звездам. Механические роботы-рабочие. Власть над наследственностью.

2030 год. Радиоконтакт с внеземными цивилизациями. Шахты в космосе.

- 2040 год. Превращения элементов. Остановка жизни при помощи сна.
2050 год. Управление силой тяготения. Пробуждение наследственной памяти.
2060 год. Приспособление планет для жизни людей.
2070 год. Летательные аппараты, соревнующиеся в скорости со светом. Контроль над климатом — постоянное изменение времен года. Использование рудных сокровищ астероидов. Искусственная жизнь.
2080 год. Начало межзвездного полета. Машины более умные, чем люди. Универсальные машины, изготавливающие любую вещь из любого сырья.
2090 год. Машины, копирующие любой предмет.
2100 год. Непосредственный контакт с внеземными существами. Мировой кибернетический мозг. Возможность изменять функционирование одной звезды. Бессмертие.

Вряд ли следует спорить с отдельными положениями этой таблицы, принимать или оспаривать их. Да, может быть, передача энергии без проводов станет реальной в 1980, а не в 2000 году, а в путешествие к центру Земли люди отправятся только в 2060, а не в 2010 году. Главное — в другом. Главное — что все это, относящееся сегодня к области научной фантастики, неотвратимо войдет в жизнь человечества.

Какие планы и проекты будут обсуждать и осуществлять в XXII, XXV веке? Выпрямят ли земную ось, чтобы всюду установить праздник вечной весны? Покроют ли всю поверхность планеты прозрачной крышей, чтобы строго регулировать количество и качество солнечной радиации? Захотят ли приблизить Землю к Солнцу, сузить ее орбиту на десяток миллионов километров? Мы не знаем и не будем гадать.

Но мы уверены в одном: разумные существа приспособят природу к себе, переделают ее по своим высоким требованиям.

ЧЕЛОВЕК БУДУЩЕГО

Рано или поздно не останется ничего, что не будет подвластно человеку. Дерзкий, он, наверное, поднимет руку и на самого себя.

В своей книге «Прошлое, настоящее и будущее человека» советский ученый А. П. Быстров констатировал, что с тех пор как человек начал приспосабливать по своим вкусам природу — обитать в теплых жилищах, питаться специально приготовленной пищей,— с тех пор, как возникло человеческое общество, нет причин к резкому изменению форм организма. И действительно, в течение нескольких тысячелетий облик человека практически не изменялся. Еще больше будет власть человека над природой в будущем, еще меньшим окажется ее влияние на него самого. Но из этих правильных рассуждений А. П. Быстров делает вывод, что на много сотен тысячелетий вперед «запограммирован» облик человека. Трудно согласиться с этим. Как наша планета не блещет целесообразностью конструкции, так и человеческий организм не является идеальным с точки зрения даже современного биолога.

Он приспособлен к существованию в очень узких параметрах внешней среды. Он не может жить при температурах ниже минус пятидесяти и выше плюс пятидесяти градусов. Он не переносит понижения давления воздуха, а тем более вакуума. Ему нужна только атмосфера определенного химического состава. Понижение содержания в ней кислорода или повышение количества углекислого газа уже убивает человека. Его убивают и незначительные добавки в атмосферу угарного газа, хлора и многих других веществ... Он не переносит и сколь-либо значительной лучевой и ядерной радиации...

Все это является следствием того, что человек всегда жил только на Земле. Наивно полагать, что так уж специально приспособлена для него, наша планета и что жизнь на ней не развилась бы, если бы, скажем, в атмосфере содержался какой-нибудь процент угарного газа. Да и на Земле человек не всюду дома. Отправляясь в полярные страны, он должен надевать громоздкие меховые одежды. Под воду он может опускаться на очень небольшую глубину, да и то вынужден брать с собой больший или меньший объем привычной среды — в водолазном ли скафандре или в помещении подводной лодки. Ограничены и его возможности подниматься в верхние слои атмосферы.

Все это было в какой-то мере приемлемо до тех пор, пока человек довольствовался Землей. Но очень скоро он выйдет в космическое пространство. Очень скоро он поселится на других планетах. Конечно, на первых порах он станет приспосабливать их для жизни. Но неужели всегда он останется пленником стеклянных клеток — своих жилищ — и на Марсе, и на Меркурии, и в космосе?

Неужели всегда предстоит ему покидать эти жилища в таких романтических сегодня и таких опостылевших, неудобных завтра скафандрах?..

А победа над сном? Восемь часов в сутки должен проводить человек в постели. Это же недопустимый, непроизводительный расход времени! Достигнув 90-летнего возраста, он фактически творил, думал, наслаждался всего 60 лет, потеряв треть и без того не длинной жизни! И вероятно, человек поведет наступление на сон. Как сумеет он добиться того, чтобы восстановление сил занимало не восемь часов, а два часа, или, еще лучше, две минуты в сутки, вряд ли сможет кто-нибудь сказать сегодня. Но человек добьется и этого.

Вряд ли кто-нибудь сомневается сейчас, что наша жизнь чересчур коротка. Слишком мало мы успеваем сделать, стиснутые двумя датами, высеченными на надгробном памятнике. Особенно важно продление жизни для будущего. Ведь все удлиняется по мере роста культуры период, который нужен, чтобы подняться на ее уровень,— все удлиняется продолжительность учебы. Еще в прошлом веке можно было окончить университет и в 17, и в 18 лет. Теперь в этом возрасте только поступают в высшее учебное заведение. А первое научное звание защищают обычно в 27—30 лет... Если этот процесс будет развиваться и дальше, «молодым» будет считаться ученый и к 40, а затем и к 50 годам... Вот почему так актуально и усовершенствование умственных способностей человека, и продление его средней жизни. Иначе он захлебнется в море им же накопленных знаний и не сможет расширять их дальше...

Разобраться в механизме дальнейшего роста организма, выключить его в соответствующий момент — и человек, каждая клетка, каждая молекула которого имеет свойство обновляться благодаря обмену веществ, сможет существовать столько, сколько сам захочет. Пятьсот лет. Или тысячу. В общем — неограниченное время.

Разве это не активное вмешательство его разума?

Конечно, будет «усовершенствован», «реконструирован», «интенсифицирован» человеческий мозг, чтобы мог он спорить и памятью, и скоростью мышления, и точностью логических построений с любыми самыми сложными и быстродействующими кибернетическими машинами.

Или и это не будет изменением человеческой природы?!

Ну, а захочет ли человечество будущего сделать каждого своего члена гигантом, захочет ли оно придать каждому лишнюю пару рук или, может быть, крылья для полетов — не механические, нет, а такие же, как у птиц,— об этом не будем гадать. Да и будут ли целесообразны именно эти совершенствования? Нет сомнения в одном: вопросы изменения человеческого организма будут так же во власти человека, как и вопросы изменения климата на материалах его планеты. Ведь не сомневаемся мы, что сегодняшние робкие опыты естествоиспытателей, выводящих новые виды растений, новые породы животных, приведут в конце концов к возможностям широкого конструирования новых организмов с заранее заданными качествами — быков весом в десятки тонн, многолетних пшениц, томатных деревьев, может быть, крылатых баранов и безногих свиней — живых фабрик сала и мяса. Ибо материален и живой мир, и сам человек, и познаемы законы, управляющие развитием живой материи. А познав, человек несомненно применит их в своих интересах. Почему же дрогнет его рука, чтобы усовершенствовать собственный организм?

И надо еще сказать: возникнут новые условия, новые требования и мыслящие существа будут принимать все новые формы.

Да, мы бы не узнали их, наших дальних потомков, доведись встретиться с ними, перешагнувшими через десятки тысяч лет!

НАД ПОСЛЕДНЕЙ ГРАНЬЮ

Заглянем в еще более головокружительные дали.

Правда, трудно назвать словом «человек» тех, кто придет через миллионы лет после нас, для кого Земля станет музеем с памятниками детства... Впрочем, какие памятники смогут сохраниться столько времени?! Истлеют наши книги и исчезнут киноленты, превратятся в прах мрамор статуй и железобетон дворцов, удары микрометеоритов изгложут, не оставив следа, гигантские искусственные спутники и искусственные планеты... Но память не умрет. Память разумных существ пронесет все ценное сквозь эти необозримые бездны будущего. И догадки древних философов, и бессмертное учение о законах развития человеческого общества, и имена тех, кто первыми вышли за пределы своей планеты... Ибо без памяти не может быть и разума.

Разумные существа... Неважно, какими они будут — прямые потом-

ки людей не только с нашей планеты, носители опыта многих культур целого ряда очагов Вселенной, слившихся в едином взлете, где развитие органической материи привело к созданию ее высшего продукта — мыслящего духа, как назвал его Ф. Энгельс.

До каких пределов имеем мы право заглядывать в будущее? Есть ли границы существования разумных существ, их движения по пути прогресса? Смертен или бессмертен мыслящий дух?

Да, до какого-то этапа своего развития мыслящий дух смертен. Мы знаем, какой масштаб имеют космические катастрофы.

Но... Но мыслящий дух, выйдя за пределы своей колыбели — родной планеты,— не остановится на полпути. Он сделает пригодными для жизни и заселит планеты своей солнечной системы. Он преодолеет межзвездные расстояния и перенесет семя своего разума на планеты соседних звезд. Все шире и шире будет он расселяться в космосе. И все в более широких масштабах перестраивать Вселенную по своим вкусам и планам.

И на каком-то этапе мыслящий дух станет бессмертным. Нет, речь идет не о бессмертии отдельных индивидов, а о бессмертии великой культуры разумных существ, обладающих властью над природой, над целой грозью планетных систем и не потерявших связи между отдельными центрами.

Что может угрожать гибелю такой культуре? Взрыв звезды? Он несет не больший ущерб, чем тайфун, смывший пару островов, общечеловеческой культуре землян. Да, может быть, уже тогда смогут люди управлять светимостью звезд.

Мы еще не очень хорошо представляем себе устройство нашей Вселенной, а тем более пути развития материи в столь грандиозных масштабах. Только первые предположения высказывают ученые.

Профессору К. П. Станюковичу принадлежит мысль об очень медленном превращении вещества в гравитационное поле, в мельчайшие частицы поля тяготения. Это, конечно, не означает уничтожения материи, это просто переход одной формы ее в другую. Но это медленное превращение, накапливаясь, по законам диалектики должно неизбежно привести к качественному скачку, который будет означать конец нашей сегодняшней трехмерной Вселенной.

А может быть, не гравитационным распадом кончит жизнь наша Вселенная? Может быть, мыслящие существа возьмут в свои руки управление ее законами и попытаются изменить ее судьбу? Может быть, именно этим будет характерен следующий этап жизни материи, как предыдущий был характерен разлетом вихреобразных галактик?



«В мире нет ничего, кроме движущейся материи...» — писал В. И. Ленин.

Движение протона в магнитном поле и галактики в бесконечном космическом пространстве, полет струи газа, вырывающейся из сопла, и рождение мысли в клетках мозга — только различные формы движущейся материи. И все глубже и глубже будет проникать ум человека в ее сущность.

О ГЛАВЛЕНИЕ

К читателю	7
1 глава. МИР, В КОТОРОМ МЫ ЖИ- ВЕМ	
Что такое материя?	15
Непонятное — не чудо	18
Встреча с привидением?	21
Невидимая материя	23
Два мировоззрения	24
Предсказание и научный прогноз	25
Человек все может!	29
В вечном движении	30
По ступеням материи	32
2 глава. МЕЛЬЧАИШИЕ КИРПИЧИКИ МИРОЗДАНИЯ	
Хроника элементарных частиц	37
Мир больших странностей	40
Единое целое	46
Как поймать элементарную части- цу?	49
Зеркала, в которых виден микро- мир	54
Машины, моделирующие космос	56
Новая лампа Алладина	58
В глубь невидимого	62
Электрон вместо сверла, резца, электрода	64
Мгновение из жизни микромира	68
Частицы-разведчики	72
Изотопы лечат	74
Помощники рабочего и инженера	75
Луч вместо молота	77
Третье окно во Вселенную	78
Новая тайна нейтрино	81
Прогулка по антимиру	82
3 глава. АТОМ	
Лаборатория, в которой все можно	87
Путешествие к верхнему пределу	89
В царстве звездных температур	94
Плазма работает	96
Земные профессии небесного ски- тальца	100
Струя вместо ротора	102
На берегу Великого океана	104
	107

Металлический водород	110
На пути к острову сверхэлементов	114
Замороженные полуатомы . . .	118
О воздухе — живом и мертвом .	120
Смерть атомов	122
Власть над атомами	123
4 глава. ЛУЧ — ЦЕМЕНТ МОЛЕКУЛ И КРИСТАЛЛОВ	129
Путешествие по спектру	131
Невидимое сияние	135
Свидетели рождения Вселенной .	139
Новые профессии электричества .	142
В цехах, шахтах, лабораториях...	146
Радио — чудеса творящее . . .	153
Гиперболоид инженера Гарина .	157
Луч уходит в космос	158
«Мыслящие» машины	160
Прогулка по будущему	164
5 глава. В ПРОЗРАЧНОЙ ГЛУБИНЕ КРИСТАЛЛА	167
Царство симметрии	170
Взгляд сквозь кристалл	173
Огненная колыбель рубина . . .	175
Сверхпрочный металл	179
Кристалл и радио	183
Соперник радиолампы	186
6 глава. НАША ГОЛУБАЯ ПЛАНЕТА .	189
Конструирование планеты . . .	191
День рождения мира	193
Паспорт Земли	196
Магнитный щит	198
Луч пронзаet атмосферу	201
Великий океан	204
Победы над океаном	206
Большой музей маленькой страны	212
Земля родная	214
Гейзер вращает турбину	216
Молодость старой науки	219
Судьба Каспийского моря . . .	220
Моря великого океана	222
Атлантида: легенда, гипотеза, ре- альность?	227
Первые материки планеты	236
Землепроходные машины	243
Где сегодня прописан сатана?	246

7 глава. НООСФЕРА 251

У истоков жизни	256
Кто был первый Адам?	260
Искусственная жизнь. Зачем?	266
Сколько детей было у Ноя?	269
Химический шифр памяти	273
Синяя птица бессмертия	276

8 глава. САМАЯ ТАИНСТВЕННАЯ СИЛА ПРИРОДЫ 281

Путь, который не привел к знанию	286
Наивная юность человечества	289
Предшественники Ньютона	290
Великий закон	294
Три века апофеоза	297
Он не строил гипотез	298
Появилась нужда в эфире	300
Тяготение и время	302
Первое открытие Альберта Эйнштейна	304
Лавина парадоксальных следствий	306
Общая теория относительности	307
Единственный критерий — опыт	311
Сколько лет Вселенной?	313
Касаясь пламени формул...	316
Первые попытки	321

9 глава. ПЛАНЕТЫ, ЗВЕЗДЫ, ВСЕЛЕННАЯ 323

Модель планетной системы	327
Солнце	329
Звезды: рождение, жизнь, смерть	331
«Новоселы» звездных карт	334
Ракеты летят к Луне	340
Путешествие по планетам	347
Планеты — родные и чужие	359

10 глава. БЕСКОНЕЧНОСТЬ ПОЗНАНИЯ 363

На вершине	365
Встречи в космосе	367
Сигналы звездного разума?	371
Властелины Вселенной	375
Человек будущего	377
Над последней гранью	379

Михаил Васильевич Васильев

МАТЕРИЯ

Редактор М. С. Черникова

Художественный редактор В. В. Щукина

Технический редактор В. А. Преображенская

Корректоры Т. Б. Лысенко, Г. М. Ульянова и В. Л. Данилова

ИБ-6

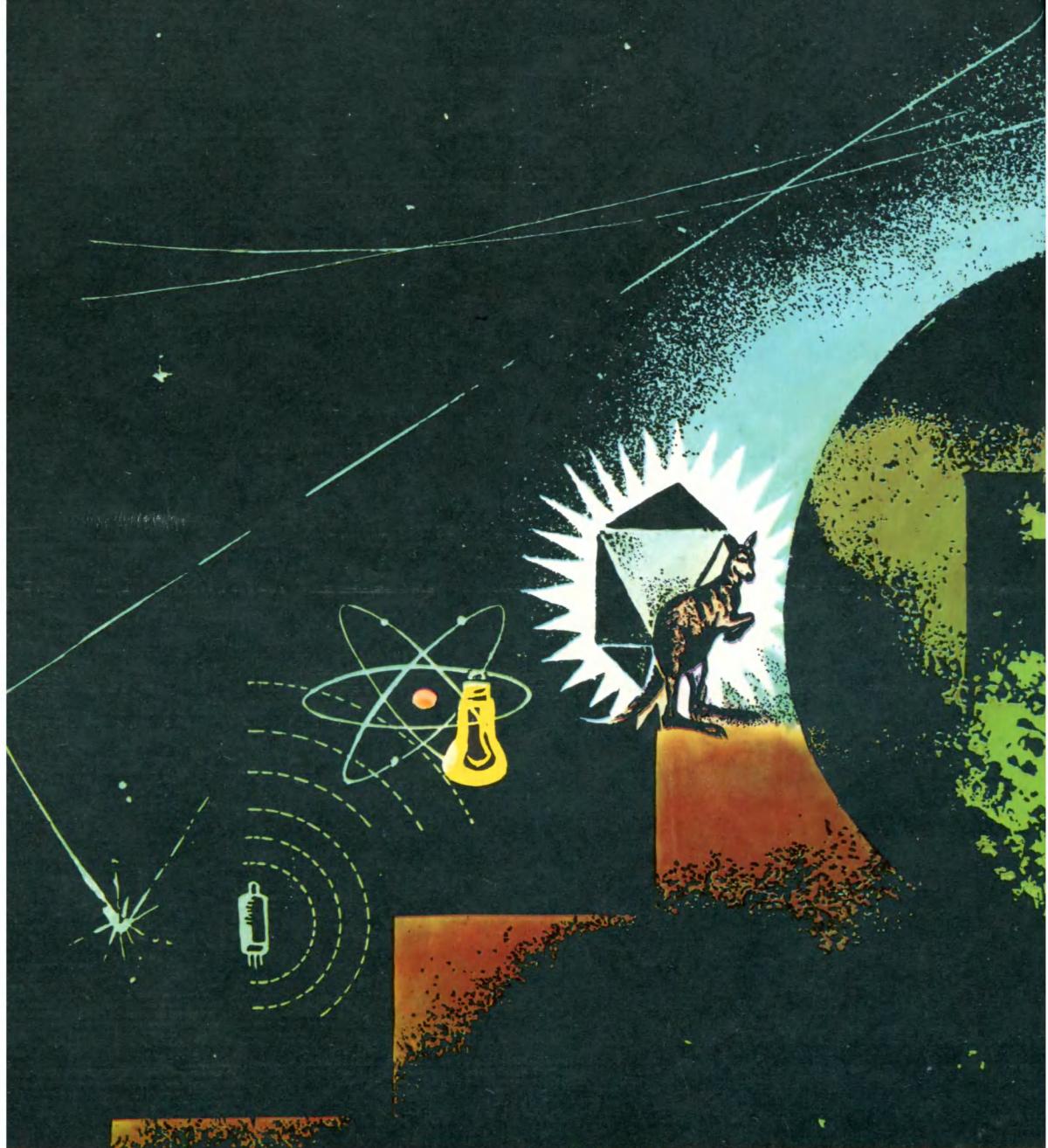
Сдано в набор 10/III-76 г. Подписано к печати 1/XII-76 г.
Формат бум. 70×90/16. Физ. печ. л. 24,0+4 вкл. Усл. печ.
л. 28,67. Уч.-изд. л. 28,19. Изд. инд. НА-150. А11767. Тираж
20 000 экз. Цена 1 р. 37 к. Бум. № 1 типогр. Зак. № 1152.

**Издательство «Советская Россия».
Москва, проезд Сапунова, 13/15.**

Книжная фабрика № 1 Росглавполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли, г. Электросталь Московской области, ул. им. Тевоясина, 25.



СТУПЕНИ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ



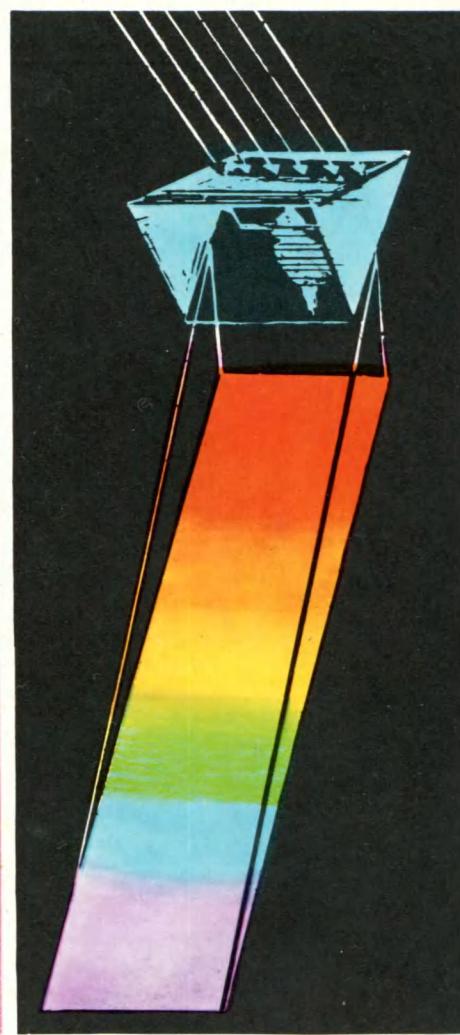
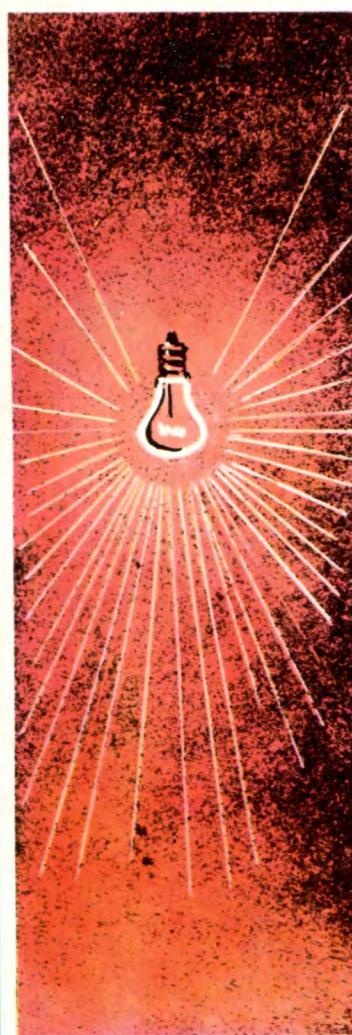
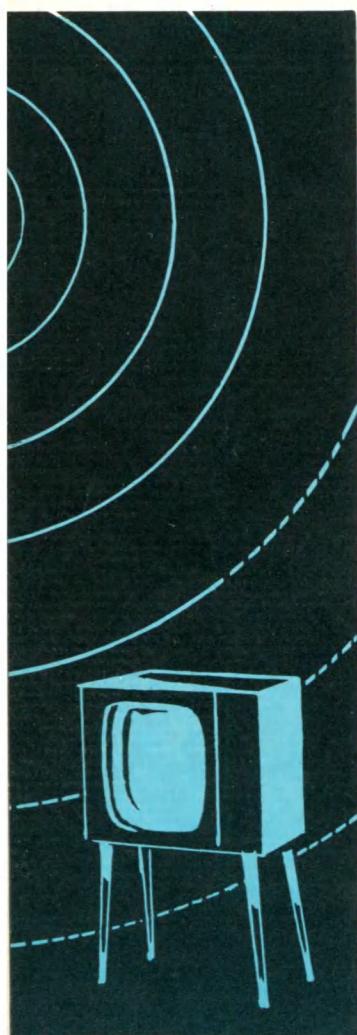
АТОМЫ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ



РАДИОВОЛНЫ

ИНФРАКРАСНЫЕ ЛУЧИ

ВИДИМЫЕ ЛУЧИ



ДЛИННЫЕ

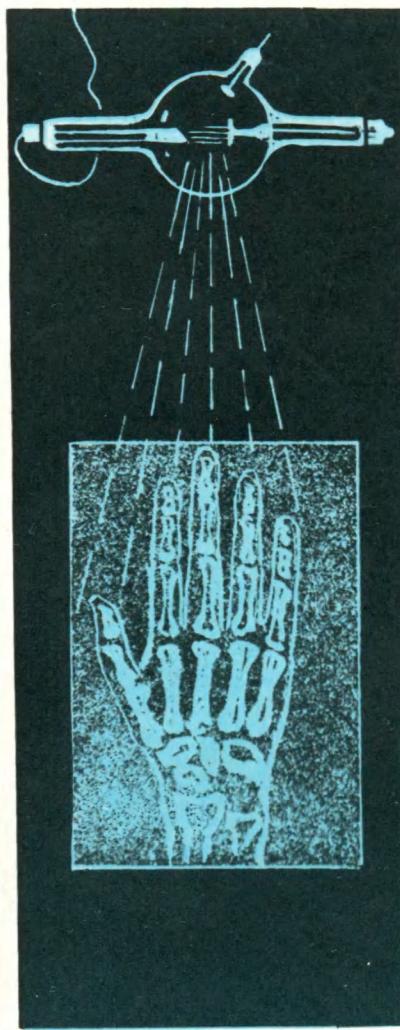
СРЕДНИЕ

СПЕКТР ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ
ЛУЧИ

РЕНТГЕНОВЫЕ ЛУЧИ

КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ



КОРОТКИЕ

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ

УЛЬТРАКОРОТКИЕ





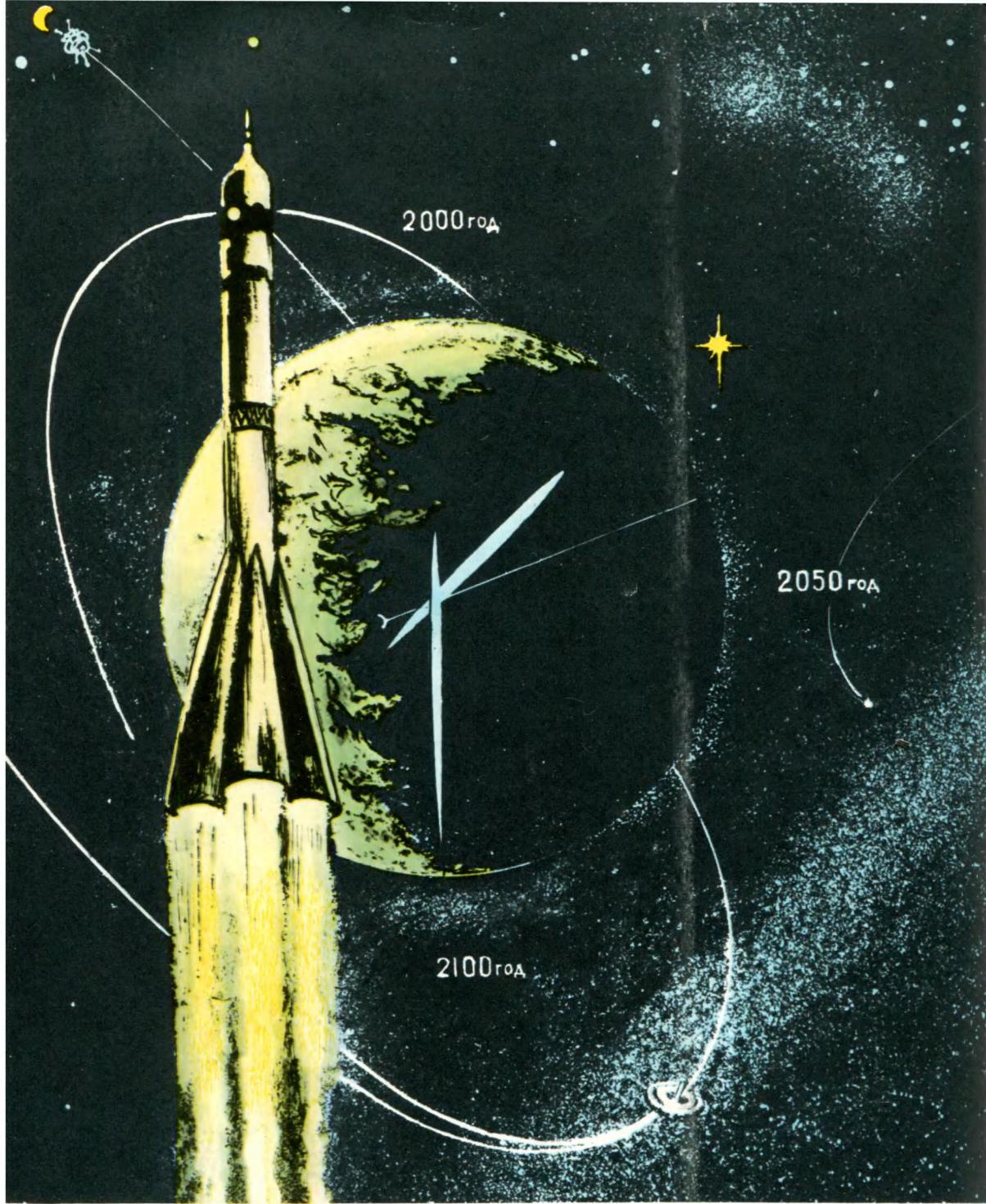
РАЗРЕЗ ЗЕМЛИ И ЕЕ КОСМИЧЕСКОГО ОКРУЖЕНИЯ



↑ Радиационные пояса



КОРАЛЛ



ВРАЩЕНИЕ ЗЕМЛИ ОТМЕРЯЕТ НЕ ТОЛЬКО ПРОШЛЫЕ, НО И БУДУЩИЕ СТОЛЕТИЯ

МАШЕВИЧ

М. ВАСИЛЬЕВ

СОДЕЙСТВИЯ РОССИИ