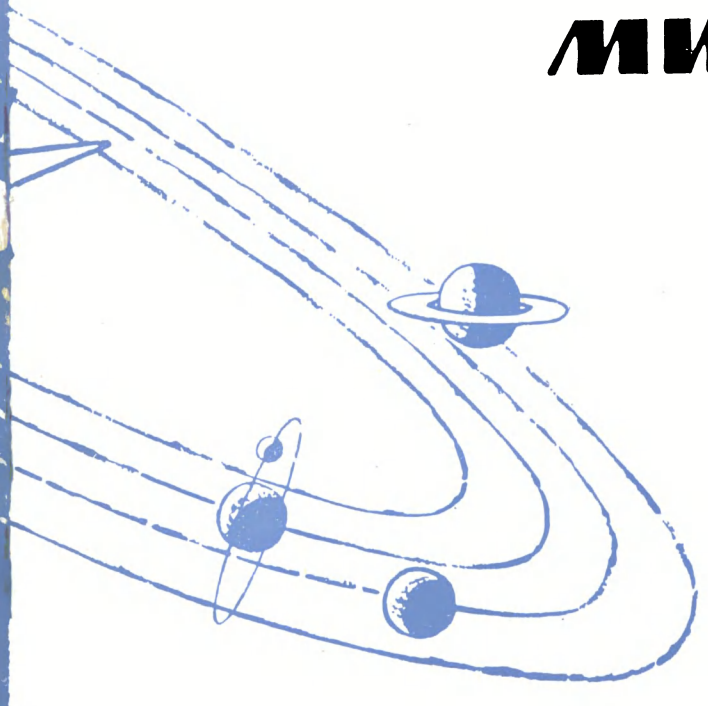
В. Н. КОМАРОВ

КОСМОС, БОГ И ВЕЧНОСТЬ МИРА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПОЛИТИЧЕСКОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ
Москва · 1963

В. Н. КОМАРОВ

КОСМОС, БОГ и ВЕЧНОСТЬ МИРА



Москва · 1963

2
К63

На протяжении веков с надеждой обращали свои взоры к небу миллионы людей. Именно там религии всех народов помещали господа бога. Но человек, покоривший многие стихии природы, не оставивший места сверхъестественным силам на земле, дерзновенно проник и в эту, казалось, недосягаемую цитадель «всемогущего существа». Замечательные полеты советских космонавтов Ю. Гагарина, Г. Титова, А. Николаева и П. Поповича открыли человечеству путь к межпланетным путешествиям.

Служители религии, ошеломленные успехами человека в освоении космоса, пытаются сейчас уверять, что вторжение человека в «господние владения» произошло с «божьего благословения» и с «божьей помощью». Возникает вполне закономерный вопрос: почему бог «благословил» атеистов первыми полететь в космос?

В книге В. Н. Комарова, известного читателям по брошюрам «Чудесные явления на небе» и «Будет ли конец мира?», на основании большого и разностороннего естественнонаучного материала убедительно показывается, что в бесконечной и вечной вселенной нет ничего, кроме материи, нет места для бога.

Автор строит свои доказательства, привлекая данные фундаментальной физической теории XX века — теории относительности, опираясь на последние достижения и открытия современной ядерной физики, астрономии, астрофизики. Книга «Космос, бог и вечность мира» рисует перспективы, которые открываются перед наукой, перед человечеством с дальнейшим проникновением в глубины вселенной.

Книгу «Космос, бог и вечность мира», написанную простым, доходчивым языком, с интересом прочтут пропагандисты-антирелигиозники и смогут ее использовать в беседах с верующими.

Отзывы просим присылать по адресу: Москва, А-47, Миусская площадь, д. 7, Госполитиздат, редакция научно-атеистической литературы.

Вера в бога — основа всех современных форм религии. Вот почему все усилия современных богословов направлены на то, чтобы поддержать эту веру, а это с каждым годом становится все труднее и труднее. Понимая бесполезность открытой борьбы с наукой, они теперь пытаются истолковать ее достижения в свою пользу, прикрыться щитом научных данных.

Так, когда в космическое пространство взлетел второй советский искусственный спутник Земли, итальянская газета «Массаджеро Итальяно», близкая к высшим католическим кругам, писала:

«Запуск советскими учеными второго искусственного спутника Земли подтверждает догмат святой церкви о сотворении небесных тел богом. Уж если искусственное небесное тело могли создать в своих лабораториях советские ученые, то это тем более мог сделать всемогущий бог».

Как же обстоит дело в действительности? Подтверждают ли современные научные данные существование сверхъестественных сил, сотворивших мир и управляющих им? Или они приводят нас к прямо противоположному выводу?

ВСЕЛЕННАЯ и БОЖЕСТВО

1. ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Небо и религия

Небеса... Голубой свод, опрокинутый над Землей. Нашим предкам казалось, что он ограничивает собою весь мир. Сияющая лазурь небес представлялась людям священной, обиталищем божественных, сверхъестественных сил — царством небесным. И Библия, и священные книги других религий часто упоминают о «тверди небесной», о небе как жилище всемогущего бога, о праведниках, будто бы возносившихся на небо, об ангелах, прилетающих оттуда к нам на Землю. К небесам и по сей день все еще устремляются молитвы верующих...

Религиозная картина мира, созданная древними людьми, опиралась на ограниченные, наивные представления тех времен о природе.

В течение долгого времени подобные представления о Земле и небе, представления, противопоставлявшие земное небесному и проводившие между ними непроходимую грань, находили себе опору и в астрономической картине мира. Господствовавшая на протяжении многих веков система Аристотеля — Птолемея исходила из представлений об ограниченности вселенной и центральном положении в ней нашей Земли. Согласно этому учению, небеса, построенные из эфира, представляют собой ряд вложенных друг в друга прозрачных сфер, окружающих Землю. К каждой из них прикреплено определенное светило. За последней из сфер, сферой Сатурна, церковь расположила рай — жилище блаженных и резиденцию самого господа бога. В те времена церковь не только не выступала против астрономической картины мира, но, наоборот, целиком приняла ее на вооружение. Система Аристотеля — Птолемея была канонизирована средневековой христианской церковью, поставлена в

один ряд с основными положениями религиозного вероучения. Но у этой системы было одно «слабое место»: она не соответствовала действительности. Система Аристотеля — Птолемея была лишь первым и весьма отдаленным приближением к реальной картине мира.

Бог отступает

Наука, накапливая факты, шаг за шагом расширяла человеческие знания и опровергала фантастические представления о мире. Религия же и церковь оставались на своих исходных позициях. С момента выступления Коперника противоречие между наукой и религией в вопросе о строении вселенной сделалось явным. Всеми силами, всеми правдами и неправдами церковь стремилась отстоять занятый рубеж, но под напором неопровержимых фактов ей все-таки пришлось протрубить сигнал к отступлению. Крепости, на протяжении столетий казавшиеся неприступными, рушились одна за другой.

Оказалось, что «эфирный» свод небес не что иное, как воздушная оболочка Земли, рассеивающая в дневное время голубые лучи, входящие в состав сложного солнечного света. А как показали новейшие исследования, проведенные с помощью ракет и искусственных спутников Земли, атмосфера нашей планеты простирается на высоту до 3 тысяч километров, постепенно переходя в безвоздушное мировое пространство.

Огромное расстояние, в 385 тысяч километров, отделяет нас от ближайшего космического соседа — Луны. Но оно покажется ничтожным по сравнению с десятками и сотнями миллионов километров, которые пролегли между Землей и другими планетами нашей солнечной системы. Луч света при огромной скорости — около 300 тысяч километров в секунду (что позволило бы ему за этот короткий промежуток времени семь с половиной раз обежать вокруг земного шара) — преодолевает расстояние от Солнца до Плутона, самой далекой из известных в настоящее время планет, за пять с половиной часов. В привычных нам единицах длины — километрах это расстояние выражается грандиозным числом — 5920 миллионов километров, что почти в сорок раз больше, чем расстояние от Земли до Солнца! Таковы масштабы нашей солнечной системы. Однако и эта грандиозная планетная семья всего лишь пылинка, затерявшаяся в бескрайних просторах вселенной. Достаточно сказать, что даже ближайшая к Солнцу звезда расположена от нас на расстоянии $4^1/_4$ светового года. А световой год (расстояние, которое пробегает свет за год) составляет более 9 000 000 миллионов километров.

Галактика — миллиарды звезд

В ясные безлунные ночи хорошо видна светлая полоса Млечного пути. Она кажется скоплением туманных масс. Но стоит направить на Млечный путь телескоп, и мы убедимся, что он состоит из огромного количества звезд. Эта огромная звездная система, к которой принадлежит и наше Солнце, получила название Галактики. В состав Галактики входит более 100 миллиардов звезд, заполняющих в пространстве шаровой объем поперечником около 85 тысяч световых лет. Однако подавляющее большинство звезд Галактики сосредоточено вблизи одной плоскости. И если бы мы могли взглянуть на нашу Галактику со стороны, то увидели бы, что она напоминает гигантскую чечевицу.

Солнце — рядовая звезда Галактики. Расположено оно не в центре этой звездной системы, а на ее периферии, хотя и вблизи галактической плоскости. Благодаря этому мы и видим на небе полосу Млечного пути.

Подобно тому как планеты солнечной системы обращаются вокруг Солнца, все звезды Галактики совершают движения вокруг ее центра. Правда, в Галактике нет центрального тела, подобного Солнцу, в котором была бы сосредоточена подавляющая часть ее массы. Его роль лишь отчасти выполняет так называемое галактическое ядро, представляющее собой скопление большого числа звезд и газовой материи и расположенное в центре нашей звездной системы. Поэтому пути звезд в Галактике весьма сложны и пока еще мало изучены. Что же касается нашего Солнца, то оно, увлекая за собой планеты, мчится вокруг галактического центра с огромной скоростью — около 230 километров в секунду, совершая полный оборот за 180 миллионов лет.

В свое время защитники религии полагали, что все звезды находятся на одинаковом расстоянии от Земли. За этой «сферой неподвижных звезд» они и разместили царство небесное. Но измерение расстояний до различных звезд показало, что эти космические тела находятся на разных расстояниях от нашей планеты. Одни расположены ближе, другие — дальше. Таким образом, возможное местопребывание царства небесного стало постепенно отодвигаться все дальше и дальше.

Но, быть может, окраинные звезды Галактики являются «последними» звездами вселенной?

Однако и это не так.

Наука проникает в глубины вселенной

Еще в XVIII столетии французский ученый Месье, наблюдая кометы, обнаружил на небе ряд туманных пятнышек, не менявших своего положения среди звезд. Вскоре их было зарегистрировано несколько тысяч. Впоследствии выяснилось, что странные пятнышки расположены далеко за пределами нашей Галактики и представляют собой самостоятельные звездные системы, другие звездные острова вселенной.

Родилась новая область науки — внегалактическая астрономия. Ученые приступили к изучению космических объектов, расположенных на расстояниях в десятки и сотни миллионов световых лет от Земли.

Ближайшие к нашей Галактике звездные системы удалены от нее на расстояние около 150 тысяч световых лет. Они видны на небе Южного полушария как маленькие туманные пятнышки, светлые облачка. Впервые эти внегалактические туманности были подробно описаны во время знаменитого кругосветного путешествия Магеллана его спутником и биографом Пигафеттой. Благодаря этому они вошли в историю науки под названием Магеллановых облаков — Большого и Малого. Оба облака состоят из огромного количества звезд; поперечник Большого облака — около 30 тысяч световых лет.

Наблюдения последних лет, в частности радиоастрономические наблюдения, показали, что Магеллановы облака — это своеобразные спутники нашей Галактики, обращающиеся вместе с ней вокруг общего центра масс. Поскольку в этой «тройной» системе наша Галактика по своей массе занимает доминирующее положение, то по аналогии с солнечной системой мы вправе назвать Магеллановы облака ее спутниками.

Астрономические наблюдения показывают, что между тремя звездными островами существует и непосредственная связь. Так, Большое Магелланово облако соединяется с нашей Галактикой исполинской звездной перемычкой. В свою очередь оба облака также, видимо, не изолированы друг от друга. Наконец, есть основания предполагать, что все три звездные системы «плавают» в чрезвычайно разреженной газовой среде, которая окутывает их своеобразной вуалью.

На расстоянии около миллиона световых лет находится знаменитая туманность Андромеды. Она весьма напоминает по своему строению нашу Галактику, но значительно превосходит ее размерами и, по-видимому, одна из самых больших галактик. Благодаря этому туманность Андромеды можно хорошо наблюдать даже в обычный бинокль, а при благоприятных условиях

ее «пятнышко» ясно различимо и невооруженным глазом. Но то, что мы наблюдаем, лишь центральная часть туманности. Как показывают астрономические наблюдения, действительные размеры галактики Андромеды во много раз больше. И если бы мы могли видеть эту звездную систему целиком, нашим глазам предстало бы изумительное зрелище: мы увидели бы среди звезд величественную туманность, превосходящую примерно в пятьдесят раз по своей площади диск Луны.

Подобно нашей Галактике, галактика Андромеды тоже не одинока, и у нее есть спутники — две эллиптические туманности, состоящие из огромного количества звезд.

Галактика Андромеды вместе с нашей Галактикой и другими соседними звездными системами образуют так называемую Местную систему галактик, в состав которой в общей сложности входит шестнадцать галактик. Ее поперечник составляет более 2 миллионов световых лет.

Многие другие галактики также образуют двойные и более сложные системы и скопления. Наблюдения показали, что подобные скопления весьма многочисленны и что вся доступная наблюдениям область пространства заполнена своеобразными галактическими «облаками».

Скопление галактик в созвездии Волосы Вероники состоит из 10 тысяч звездных систем. В созвездии Девы на расстоянии около 7 миллионов световых лет от нас расположено еще одно облако галактик — около 3 тысяч звездных систем. Это скопление является центральным сгущением в еще более мощном космическом образовании — сверхгалактике, в состав которой входит и наша Местная система. Диаметр сверхгалактики достигает уже 18—20 миллионов световых лет. Еще одна подобная же сверхгалактика обнаружена в южном полушарии неба.

В свою очередь, сверхгалактики объединяются в систему еще большего масштаба — Метагалактику.

Всего в доступной современным оптическим телескопам области пространства насчитываются многие сотни миллионов галактик. Современные методы исследований позволяют астрономам проникать в космические глубины все дальше и дальше. Мы открываем все новые и новые звездные острова вселенной.

«Радиоголоса» вселенной

Особенно значительно раздвинулись границы доступной изучению области пространства с развитием радиоастрономии, изучающей «радиоголоса» вселенной.

Некоторые галактики являются мощными источниками космического радиоизлучения. Например, радиояркость источника

в созвездии Лебедь, расположенном от нас на расстоянии 650 миллионов световых лет, такая же, как и у Солнца, отстоящего от Земли на расстоянии всего лишь 8 световых минут.

Это дает возможность обнаружить радиоизлучение галактик на расстояниях, во много раз превышающих разрешающую способность оптических телескопов. В 1960 году удалось установить, что один из источников космического радиоизлучения, известный уже на протяжении 10 лет, представляет собой не что иное, как галактику, находящуюся от нас поистине на чудовищном расстоянии — около 6 миллиардов световых лет. Пока что это «рекорд». Однако есть основания полагать, что в недалеком будущем и он будет побит. В настоящее время нам известно несколько тысяч источников радиоизлучения. Но эти «космические радиостанции» гораздо слабее. Скорее всего их слабость объясняется еще большим удалением. Вероятно, большинство этих объектов представляют собой радиогалактики, расположенные еще дальше от нас, чем «рекордная».

Так шаг за шагом с развитием астрономии расширялись пространственные границы материальной вселенной, а вместе с тем отодвигалось в неопределенную даль и возможное местопребывание царства небесного. Шесть миллиардов световых лет! Не слишком ли велико подобное расстояние даже для самого господа бога?

Ведь хорошо известно, что самая большая скорость, существующая в природе,— это скорость распространения света, составляющая около 300 тысяч километров в секунду.

Скорость света представляет собой максимальную скорость, с которой в природе может распространиться информация, то есть какие-либо сообщения. Ведь любая информация обязательно должна иметь материального носителя. Именно с такой скоростью бегут по телеграфным проводам сигналы азбуки Морзе, именно с такой скоростью несутся вместе с импульсами электрического тока звуки нашего голоса при телефонном разговоре, именно с такой скоростью распространяются радиоволны, излучаемые антеннами радио- и телевизионных станций. В каком бы удаленном уголке земного шара мы ни находились, мы услышим слово далекого радиодиктора практически в тот же самый момент, в который он его произнес. Но на расстоянии в 150 миллионов километров, отделяющем Землю от Солнца, запаздывание в поступлении информации становится ощутимым. Вследствие удаленности Солнца мы наблюдаем его не таким, каким оно является в данный момент, а таким, каким оно было 8 минут 18 секунд назад. Проксиму Центавра мы

видим такой, какой она была $4^1/_4$ года назад, звезду Вега из созвездия Лиры — такой, какой она была 27 лет назад, а Полярную звезду — такой, какой она была 600 лет назад. А если бы нам пришлось обменяться радиограммой с одним из жителей галактики Андромеды, на это ушло бы ни много ни мало около 2 миллионов лет.

Представьте себе космическую ракету, управляемую по радио с Земли. В ракете расположены измерительные приборы и радиопередатчик, сообщающий на Землю о работе всех агрегатов космического корабля и условиях полета. Находящийся на Земле электронный мозг воспринимает сигналы с борта ракеты, обрабатывает полученную информацию и в соответствии с программой полета посылает исполнительным механизмам, установленным в космическом корабле, необходимые команды. Пока ракета находится недалеко от Земли, электронный мозг вполне справляется со своей задачей и успевает руководить ее полетом. Однако уже на расстоянии орбиты Луны запаздывание станет довольно ощутимым. От того момента, когда передатчик космического корабля пошлет на Землю очередное сообщение, до того момента, когда на ракету придут посланные с Земли команды, пройдет около 3 секунд. А за 3 секунды ракета пролетит более трех десятков километров.

На расстоянии, равном расстоянию от Земли до Солнца, запаздывание в подаче команд достигнет такой величины, что сделает практически невозможным оперативное управление космическим кораблем с Земли.

Представьте себе полководца, который в условиях современного боя неожиданно лишится радио- и телефонной связи со своими армиями. Он не сможет уследить за быстро меняющейся обстановкой на полях сражений, его распоряжения будут безнадежно запаздывать, из руководителя он сразу же превратится в постороннего наблюдателя.

Может ли бог управлять миром!

Но в таком же точно положении окажется и бог, если удалить его царство на такое расстояние от Земли, что самые быстрые переносчики информации — электромагнитные волны преодолевают его лишь за миллиарды лет. Как сможет бог управлять судьбами людей, как удастся ему удовлетворять просьбы верующих, если узнавать о всем происходящем на Земле он будет с опозданием на 6—7 миллиардов лет, а его воля будет выполняться еще через 6—7 миллиардов лет?

Правда, если верить богословам, то, как мы уже знаем, миллиард лет для бога все равно что один день. Но даже если согла-

ситься с этим и перейти на подобный божественный календарь, все равно окажется, что распоряжения свыше должны запаздывать на целых две недели. А это означало бы, что все явления, события и процессы, укладывающиеся в более короткие сроки, фактически ускользают от божественного контроля. Кстати сказать, и околоземное расположение царства небесного не намного облегчило бы задачу господа бога. Правда, в этом случае ему удалось бы гораздо оперативнее руководить земными делами, но зато он оказался бы на колоссальном удалении от других космических объектов.

Даже если бы бог сумел решить проблему управления миром, ему не так-то просто было бы найти место для размещения царства небесного.

Галактики заполняют пространство значительно плотнее, чем звезды. В то время как собственные размеры звезд в галактиках ничтожны по сравнению с колоссальными расстояниями между ними, собственные размеры галактик в среднем лишь в десятки раз меньше межгалактических расстояний.

Было бы также неправильно представлять себе вселенную в виде пустого пространства, в котором «разбросаны» различные небесные тела.

Исследования, проведенные с помощью космических ракет и искусственных спутников Земли, показали, что космическое пространство в пределах нашей солнечной системы заполнено межпланетной плазмой, то есть ионизированным газом. Он состоит из смеси ионов — атомов, потерявших часть своих электронов, и свободных электронов. В каждом кубическом сантиметре пространства содержится несколько частиц межпланетного газа. Постоянным «генератором» космической плазмы является наше дневное светило — Солнце, выбрасывающее в окружающее мировое пространство мощные потоки заряженных частиц — корпускул. Корпускулярные потоки пронизывают космос в различных направлениях и движутся с огромными скоростями, достигающими нескольких сотен, а то и тысяч километров в секунду. Если на пути подобного потока расположить экран, перпендикулярный к направлению распространения частиц, то, как показали измерения, через каждый квадратный сантиметр его поверхности ежесекундно будет пролетать несколько сот миллионов частиц. В отдельных случаях число частиц возрастает до миллиарда в секунду. Кроме того, межпланетная плазма существует также в виде радиационных поясов — своеобразных зон, окружающих Землю и состоящих из большого числа заряженных частиц различного происхождения.

В настоящее время известно три таких пояса. Вероятно, подобные пояса должны существовать и вокруг других небесных тел, обладающих магнитными свойствами.

Не является «пустым» и межгалактическое пространство. Не говоря уже о том, что бескрайние просторы космоса заполнены электромагнитными волнами и космическими лучами, не говоря о силах тяготения, действующих между галактиками, эти звездные острова вселенной связаны и веществом. И хотя средняя плотность этого вещества необычайно мала — примерно один атом на 100 кубических дециметров,— его общая масса может оказаться не только не меньше, но даже больше массы всех известных нам галактик, вместе взятых.

Кроме того, мы уже упоминали, что наша Галактика вместе со своими спутниками — Магеллановыми облаками окутана своеобразной общей газовой вуалью. Таких случаев в мире галактик известно немало. Иногда прозрачное газовое облако обволакивает и большее число звездных островов. Облака точно так же, как и отдельные галактики, не имеют резких границ. Они постепенно сходят на нет, плавно переходя в «черноту» мирового пространства. Это свидетельствует о существовании особой всеобъемлющей материальной среды — так называемой межгалактической плазмы. Эта среда имеется в любых участках пространства вселенной, а различные космические объекты представляют собой ее местные уплотнения.

Более того. Независимо от конкретных физических связей, которые действуют между различными космическими телами, есть нечто еще более общее, что объединяет воедино все объекты, существующие в природе: от мельчайших элементарных частиц до гигантских скоплений вещества — звездных миров и звездных систем.

Это общее свойство — материальность.

2. ВСЕЛЕННАЯ — ЭТО МАТЕРИЯ

Итак, вопрос заключается в следующем: существует ли в природе, во вселенной, что-либо, кроме материи, или хотя бы есть ли в природе такое место, свободное от материи, где мог бы расположиться господь бог вместе со своим царством небесным?

Чтобы ответить на этот вопрос, постараемся прежде всего разобраться в том, что такое материя.

Вещество и масса Наиболее привычным для нас видом материи является вещество, которое состоит из атомов. В свою очередь, каждый атом представляет собой сложную систему; центром ее служит положительно заряженное ядро, вокруг которого движутся электроны, обладающие отрицательными зарядами. Число отрицательных электронов равно величине положительного заряда ядра, и поэтому в целом каждый атом электрически нейтрален. С изменением заряда меняются химические свойства атомов. Атомы могут объединяться в молекулы, образуя то великое разнообразие химических веществ, из которых состоят все тела как неживой, так и живой природы.

Основное физическое свойство вещества — наличие массы, которая служит как бы мерой количества материи, содержащейся в данном теле. Масса проявляет себя всякий раз, как только на тело действует какая-либо сила, сообщающая ему ускорение, то есть изменяющая его скорость по величине или направлению. При этом под действием одной и той же силы тело большей массы получит меньшее ускорение, а тело меньшей массы — большее. Тело же, на которое не действуют никакие силы, либо покоится, либо движется равномерно и прямолинейно.

Представьте себе тело, в течение некоторого времени находящееся по отношению к Земле в состоянии покоя, а затем пришедшее в движение. Это означает, что на него подействовала какая-то сила. Но любая сила есть результат действия одного материального объекта на другой. В природе не существует сил, не связанных с какими-либо материальными объектами. Точнее говоря, у всякой силы есть свой материальный носитель. Этот факт является одним из фундаментальных положений физики. Электровоз сообщает ускорение железнодорожному составу; расширяющиеся в результате воспламенения пары бензина приводят в движение поршни автомобильного двигателя; лошадь тянет телегу, а раскаленные газы, вылетающие из сопла реактивного двигателя, отталкивают в противоположном направлении ракету.

Если бы нам удалось найти нематериальную силу, единство мира оказалось бы опровергнутым.

— Но,— можете возразить вы,— таких сил можно указать сколько угодно!..

Груз подвешен на нитке. Перережем ее, и он стремительно полетит вниз, на землю... Луна движется в мировом пространстве не равномерно и прямолинейно, как если бы на нее не действовали никакие силы, а по искривленной замкнутой орбите...

Мы нажали кнопку электрического звонка, и его молоточек, вздрогнув, подтянулся к сердечнику электромагнита... Мы потерли мехом стеклянную палочку и приблизили ее к клочкам папиросной бумаги — бумажки пришли в движение и, подскочив, прилипли к палочке...

Во всех четырех случаях мы наблюдали, как то или иное тело приобретает ускорение. Следовательно, на каждое из них действовала какая-то сила. Но ни в одном из рассмотренных случаев ускоряемое тело не вступало в непосредственное соприкосновение с каким-либо другим телом. Не свидетельствует ли это о нематериальной природе действовавших сил? Вовсе нет.

Поле — форма материи

Просто мы столкнулись с особой, невещественной формой существования материи — так называемым полем. В первых двух случаях это было поле тяготения, а в последних двух — магнитное и электростатическое поля.

Что же собой представляет поле?

Как только заработал мощный радиопередатчик, от его антенны во всех направлениях начали распространяться в пространстве со скоростью 300 тысяч километров в секунду электромагнитные волны. Через некоторое время они достигли антенны нашего приемника и возбудили в ней движение электронов, электрические токи, которые после соответствующего преобразования и усиления поступили на динамик и создали звук. И где бы мы ни помещали наш приемник, произойдет то же самое. Значит, энергия, излученная передатчиком, заполнила все пространство. (Ведь для того, чтобы привести в движение электроны в антенне, им надо было сообщить энергию.) Но энергия — это способность материи совершать работу, другими словами: энергия — свойство материи. Но свойство не может существовать обособленно от материи, само по себе. Не может существовать просто большого, маленького, твердого, жидкого, железного, деревянного, зеленого или синего, вне связи с какими-либо материальными объектами. В рассмотренных нами случаях материальным носителем энергии является поле. Как мы уже знаем, поле может совершать работу, например сообщая ускорение электрическим зарядам. О материальности электромагнитного поля говорит и то обстоятельство, что оно способно оказывать на помещенные в него объекты не только электрическое, магнитное, но и прямое механическое воздействие. Так, например, электромагнитные волны производят определенное давление на преграды, а излучатели таких волн испытывают реактивный эффект, получая ускорение в

противоположном направлении, как если бы они выбрасывали обычные частицы вещества.

Свет материален

Лучше всего эти эффекты проявляются в области световых электромагнитных волн. С помощью необычайно чувствительного прибора выдающийся русский физик П. Н. Лебедев сумел обнаружить световое давление и измерить его величину. Давление это ничтожно, но оно существует и даже играет немаловажную роль в различных космических процессах. Именно действием светового давления в значительной степени объясняется, например, образование кометных хвостов, которые возникают лишь тогда, когда ядро кометы, представляющее собой скопление твердых «ледяных» глыб, приближается к Солнцу. Под действием солнечных лучей газы, входящие в состав ядра, испаряются, а световое давление, воздействуя на их частицы, сообщает им ускорение в направлении от Солнца. Вот почему хвосты комет вытянуты в сторону, противоположную Солнцу.

Если в знаменитых опытах Лебедева давление света проявляло себя как необычайно тонкий и трудно обнаруживаемый эффект, а в остальных случаях речь, как правило, идет лишь о его косвенных следствиях, то в последние годы благодаря необыкновенным успехам современной физики и радиотехники были созданы устройства, в которых это свойство световых лучей выступает как вполне четкое физическое явление. Речь идет о так называемых квантовых генераторах электромагнитного излучения.

В основу устройства одного из таких оптических излучателей, или, как его иногда называют, лазера, положены замечательные свойства кристаллов синтетического рубина, представляющего собой окись алюминия (корунд) с примесью хрома, который и придает ему характерный красный цвет.

Небольшой кристалл рубина цилиндрической формы облучают ксеноновой лампой, свет которой возбуждает электроны в атомах хрома, и атомы начинают испускать порции (кванты) красного света. Чтобы усилить этот процесс, плоские грани рубинового цилиндрика покрывают серебряными пленками, одна из которых имеет полупрозрачное отверстие. Благодаря этому кванты не сразу находят дорогу наружу, а первое время «мечутся» между пленками-зеркалами с огромной скоростью — 300 тысяч километров в секунду. Взаимодействуя с другими атомами хрома, они вызывают излучение все новых и новых красных квантов. Процесс приобретает лавинообразный харак-

тер. Число квантов быстро растет. Наконец их становится так много, что они находят себе путь через окошко и узким пучком вырываются наружу. Происходит мгновенная ослепительная вспышка. Красный луч строго определенной частоты, вырвавшийся через окошко, обладает яркостью, в миллионы раз превышающей яркость такой же по площади поверхности Солнца. Чтобы получить такую же энергию в столь узком интервале частот путем простого нагревания источника излучения, пришлось бы довести его температуру до 10 миллионов градусов.

Благодаря своей мощности луч лазера обладает еще одним замечательным свойством — огромным световым давлением. Лазеры могут «пробить» на небольшом расстоянии своим лучом тонкую пластинку, изготовленную из достаточно прочного материала. Расчеты же показывают, что если удастся достигнуть еще более высокой степени фокусировки луча оптического генератора, то можно будет получить чудовищное световое давление — десятки миллионов атмосфер.

Развитие науки показало, что свет обладает не только давлением. Его частицы — фотоны, подобно частицам вещества, подвержены воздействию сил тяготения: они могут притягиваться. Этот вывод современной теоретической физики подтвержден прямыми наблюдениями.

Благодаря обращению Земли вокруг Солнца наше дневное светило для земного наблюдателя все время перемещается на фоне более далеких звезд. Вследствие этого то одна, то другая звезда оказывается на небе около края солнечного диска и ее световые лучи по дороге к Земле проходят рядом с Солнцем. Если тяготение действительно воздействует на свет, то вблизи Солнца луч звезды должен испытать искривление. И тогда для земного наблюдателя звезда несколько сместится относительно своего обычного положения на небе.

Принципиальная идея подобного эксперимента весьма проста, однако его практическое осуществление наталкивается на весьма серьезные трудности. Из-за наличия атмосферы наблюдать звезды рядом с Солнцем в дневное время в обычных условиях невозможно. Это удается осуществить только в короткие минуты полной фазы солнечных затмений, когда Луна закрывает собой ослепительный солнечный диск и на потемневшем дневном небе «вспыхивают» звезды. Тогда с помощью специальных астрономических инструментов прилегающая к Солнцу область неба фотографируется, а затем полученные таким путем фотографии сравниваются со снимками того

же района звездного неба, сделанными при обычных условиях.

Первые успешные наблюдения такого рода были выполнены еще в 1919 году. В дальнейшем они неоднократно повторялись. И хотя точную количественную оценку явления до сих пор получить не удается из-за целого ряда чисто технических трудностей, сам факт искривления световых лучей под действием сил тяготения подтвержден полностью.

Вещество превращается в излучение

Об отсутствии непроходимой границы между веществом и полем, веществом и излучением говорит также тот факт, что при определенных условиях излучение может превращаться в вещество и, наоборот, частицы вещества, взаимодействуя друг с другом, могут превращаться в порции излучения.

Еще в конце 20-х годов текущего столетия знаменитый английский физик Поль Дирак разработал теорию движения электронов в атомах, быстро завоевавшую всеобщее признание. Но, хорошо объясняя многие факты, эта теория в то же время утверждала, что в природе наряду с электронами должны существовать «антиэлектроны», то есть элементарные частицы с массой электрона, обладающие, однако, положительным зарядом.

На первых порах этот вывод Дирака представлялся физикам математическим парадоксом, не имеющим реального смысла и свидетельствующим о несовершенстве теории. Но прошло всего четыре года, и при исследовании космических лучей была обнаружена неизвестная ранее частица, свойства которой в точности совпадали со свойствами гипотетического «антиэлектрона» Дирака. Открытие новой элементарной частицы, получившей название позитрона, явилось большой сенсацией.

Когда-то алхимики мечтали овладеть секретом философского камня, с помощью которого можно было бы превращать ртуть и другие вещества в золото. Ученым XX столетия удалось осуществить эту мечту. Они научились совершать в ядерных реакторах удивительные превращения одних химических элементов в другие. Более того, выяснилось, что при известных условиях вещество вообще может исчезать, уничтожаться как вещество, превращаясь в другую форму материи — излучение. Впервые подобное превращение и было обнаружено при изучении позитрона. Оказалось, что эта частица недолговечна и существует лишь до тех пор, пока не встретится с каким-нибудь электроном. Но, как только подобная встреча происходит,

обе частицы исчезают, превращаясь в один из видов электромагнитных волн, так называемые гамма-лучи.

Вскоре удалось обнаружить и обратное превращение: порции излучения, гамма-кванты, пролетая вблизи атомного ядра, при определенных условиях превращались в пару частиц — электрон и позитрон.

После открытия позитрона само собой напрашивалось предположение, что не только для электрона, но и для других элементарных частиц должны существовать соответствующие античастицы. Это предположение подтверждала и теория Дирака, столь удачно предвидевшая открытие антиэлектрона и утверждавшая, что элементарные частицы могут отличаться друг от друга не только массой, но также своими электрическими и магнитными свойствами.

В тиши многочисленных физических лабораторий и научно-исследовательских институтов начались упорные поиски новых античастиц, никем еще не наблюдавшихся, но предсказанных теорией.

Прошло немало лет, прежде чем эти поиски увенчались успехом. Сейчас наряду с обычными протонами, нейтронами и электронами физикам известны соответствующие античастицы — антипротоны, антинейтроны, уже знакомые нам позитроны, а общее число известных частиц и античастиц достигло тридцати одной.

Частицы и античастицы — это «заклятые враги», которые не способны «ужиться» друг с другом. Стоит только античастицам прийти в соприкосновение с обычными частицами, как те и другие сейчас же превращаются в гамма-излучение.

Гравитация и гравитоны

Весьма распространенным в современной науке является и предположение о существовании своеобразных частиц тяготения — гравитонов.

Хорошо известно, что два одноименных электрических заряда, расположенных в различных точках пространства, отталкиваются. Согласно современным научным представлениям, это происходит в результате того, что оба заряда с колоссальной скоростью обмениваются частицами излучения — фотонами. Поскольку закон взаимодействия электрических зарядов, так называемый закон Кулона, аналогичен закону всемирного тяготения, можно предположить, что притяжение масс обусловливается обменом гравитонами.

Что же могут представлять собой гравитоны?

Пожалуй, самой характерной особенностью сил тяготения

является их необыкновенная проникающая способность. Сквозь тело планеты они проходят так же свободно, как сквозь пустое пространство.

Во время полного солнечного затмения 19 февраля 1961 года в ряде точек поверхности Земли были проведены специальные гравиметрические наблюдения, цель которых состояла в том, чтобы выяснить, не ослабляется ли сила солнечного тяготения вследствие того, что в моменты полной фазы затмения Луна перекрывает наше дневное светило. Однако никаких эффектов подобного рода обнаружено не было.

Итак, для гравитонов не существует препятствий. Но нет ли в природе каких-либо других частиц, обладающих подобным же свойством?

Удивительное нейтрино

Оказывается, такие частицы существуют: это так называемые нейтрино — частицы, родившиеся на кончике пера физиков-теоретиков и экспериментально обнаруженные лишь сравнительно недавно. Нейтрино — удивительная частица. Масса ее ничтожна, и к тому же она не имеет электрического заряда. Исходя из этого, итальянский физик Энрико Ферми и предложил название «нейтрино», что по-итальянски одновременно означает и маленький и нейтральный. Благодаря этим свойствам нейтрино совершенно беспрепятственно проходит сквозь гигантские толщи вещества. Как говорят физики, длина свободного пробега этой частицы, то есть среднее расстояние, которое она способна пройти в веществе, не испытывая существенных взаимодействий с другими частицами, исчисляется миллионами миллиардов километров.

Это означает, что нейтрино, вылетевшее, например, по направлению к Земле с ближайшей звезды — Проксимы Центавра, удаленной от нас на 4 с половиной световых года, легко преодолело бы это расстояние даже в том случае, если бы все пространство между Проксимой Центавра и Землей было сплошь заполнено чугуном. Более того, достигнув нашей планеты, нейтрино могли бы, продолжая свое движение, преодолеть еще несколько подобных препятствий.

Нейтрино не удается наблюдать непосредственно. Но его можно обнаружить, заставив вступить в какое-либо взаимодействие с другими частицами. Примерно таким же образом мы судим о невидимых рентгеновских лучах, наблюдая почернение фотопластинки. Однако для осуществления подобного эксперимента необходимо располагать мощными источниками нейтринного излучения.

Теория утверждала, что некоторые типы ядерных реакторов должны создавать интенсивные нейтринные потоки, до 10 миллиардов частиц за каждую миллиардную долю секунды. Само это излучение наблюдать нельзя. Но если направить его на вещество, содержащее ядра атомов водорода — протоны, то это вызовет ядерную реакцию: протоны начнут превращаться в нейтроны. Правда, подобные превращения будут происходить довольно редко. В целой тонне водородосодержащего вещества в течение часа должно произойти всего около 100 подобных взаимодействий. Но и этого уже достаточно, чтобы их можно было зарегистрировать методами современной измерительной техники. Именно таким косвенным путем и удалось наконец поймать нейтрино и доказать, что эта почти мифическая частица реально существует.

Материальная природа нейтрино вполне осязаема. Это было подтверждено в очень интересном эксперименте советского физика А. И. Лейпунского, который обнаружил, что при испускании нейтрино атомное ядро испытывает отдачу, подобную той, какую испытывает винтовка при вылете пули.

Как и другие элементарные частицы, нейтрино имеет своего антипода — антинейтрино. Но отличаются они друг от друга не разными знаками заряда, как, например, электрон и позитрон, а направлением собственного вращения, которым обладают все элементарные частицы. Характер этого вращения выражается особой физической величиной, называемой спином.

При изучении явлений, протекающих в микромире, было установлено, что многие физические величины, характеризующие состояние атомов, могут принимать лишь дискретные значения. В частности, излучение и передача энергии в микромире происходят не непрерывно, а строго определенными порциями — квантами. Этому правилу подчиняется и спин. Как говорят физики, спин квантуется. Он может принимать только численные значения, кратные $^1/_2$. Другими словами, спин может выражаться либо целым числом, либо целым числом плюс половина.

Спин нейтрино равен 1, а у гравитона, по подсчетам П. Дирака, он равняется 2.

Высказанное П. Дираком в 1959 году предположение, что гравитон — это результат объединения двух нейтрино, представляется весьма правдоподобным, если учесть колоссальную проникающую способность и тех и других частиц. Все это служит еще одним подтверждением материальности поля тяготения.

Гравитационные волны

Кстати сказать, то обстоятельство, что тяготение передается от одного небесного тела к другому, свидетельствует о наличии какого-то соответствующего материального носителя гравитации.

Более того, при некоторых определенных условиях поле тяготения может частично как бы отрываться от породивших его тел и излучаться в окружающее пространство в виде волн. Мощность таких гравитационных волн ничтожна, поэтому непосредственно обнаружить их пока что не удалось. Однако, по мнению крупнейших современных специалистов в области гравитации, существование волн тяготения несомненно. Например, советский ученый профессор А. С. Компанеец считает, что гравитационные волны физически реальны и тело, излучающее такие волны, постепенно теряет энергию. Но если волны тяготения несут с собой энергию, это как раз и подтверждает наличие материального носителя гравитации. За миллиарды лет в нашей области вселенной должно было накопиться значительное количество гравитационных волн. По подсчетам американского ученого Дж. Уиллера, плотность энергии гравитационных волн во вселенной приблизительно равна плотности энергии всей обычной материи в виде звезд, туманностей, космической пыли и т. д.

Нет места для бога

Все данные современной науки убедительно свидетельствуют о материальном единстве всей вселенной, о материальном характере всех без исключения происходящих в мире явлений. Что же касается сверхъестественных сил, бога, то для них в реальном мире нет места, ибо во вселенной нет пустого пространства, вся она целиком заполнена материей. Мы уже рассматривали с точки зрения современных научных представлений вопрос о возможности размещения царства небесного где-то в удаленных уголках вселенной. Те же самые последствия имели бы место и в том случае, если бы божественная резиденция располагалась вовсе за границами материального мира.

Но допустим, что бог не нуждается в тех материальных переносчиках информации, которые существуют в природе, и все необходимые ему сведения получает мгновенно, независимо от расстояния; допустим, что и его распоряжения распространяются с такой же скоростью. Разумеется, это противоречит реальному положению вещей, но ведь богословы утверждают, что для бога вообще не существует ничего невозможного. Поэтому допустим на минуту невозможное.

Может быть, все, о чем говорилось в этой главе, относится лишь к какой-то части пространства, может быть, материальная вселенная ограничена, а за ее границами располагается резиденция бога, царство небесное?

Конечна или бесконечна материальная вселенная?

3. ВСЕЛЕННАЯ БЕСКОНЕЧНА

Есть ли край у вселенной?

Вопрос о пространственной бесконечности вселенной принадлежит к числу наиболее сложных проблем современного естествознания и имеет свою довольно богатую событиями историю.

Великие философы древности пытались решить вопрос о бесконечности вселенной в пространстве путем сравнительно простых и, казалось бы, на первый взгляд очевидных логических рассуждений.

В самом деле, говорили они, представим себе, что у вселенной есть край и что человек достиг этого края. Но стоит ему вытянуть руку, и она окажется за границами вселенной. Но тем самым рамки вселенной раздвигаются еще на некоторое расстояние. А если вооружить руку мечом или копьем и таким образом как бы удлинить ее? А если выпустить за пределы вселенной стрелу из лука? Граница мира отодвинется еще дальше. А тогда можно будет приблизиться к новой границе и повторить все еще раз. И так без конца...

На основании подобных рассуждений древние философы приходили к выводу, что вселенная не может иметь никаких границ.

Более двадцати веков назад Лукреций писал в своей знаменитой поэме «О природе вещей»:

Выясним, есть ли конец у пространства во всем его целом,
Или безмерно оно и сияет бездонною бездной.
Нет никакого конца ни с одной стороны у вселенной,
Ибо иначе края непременно она бы имела;
Края ж не может иметь, очевидно, ничто, если только
Вне его нет ничего, что его отделяет...
Если ж должны мы признать, что нет ничего за вселенной:
Нет и краев у нее, и нет ни конца, ни предела...
И, наконец, очевидно, что вещь ограничена вещью,
Воздух вершинами гор отделяется, воздухом — хо́лмы,
Морю пределом — земля, а земле служит море границей,
Но бесконечной всегда остается вселенная в целом.

Надо ли доказывать очевидное!

Это были доказательства, основанные на привычных представлениях, доказательства, апеллирующие к наглядности и формальной логике. Но всегда ли безупречны подобные доказательства? Не могут ли наглядность и формальная логика привести нас к ошибочным выводам?

В математике есть одно весьма любопытное положение, известное под названием леммы Цермелло. Представьте себе лист бумаги совершенно произвольной формы. Возьмите ножницы и разрежьте его на любое число каких угодно частей. А теперь из всех этих частей сложите какую-нибудь фигуру. Чему будет равна ее площадь?

Любой здравомыслящий человек, не имеющий никакого отношения к математике, услышав этот вопрос, усмехнется. Ну, разумеется, площадь полученной фигуры будет в точности равна площади исходной. Именно это утверждение и является содержанием леммы Цермелло. И доказывается она путем весьма тонких и сложных рассуждений.

Но разве подобное утверждение требует специального доказательства? Разве и так не очевидно, что в результате простого разрезания листа бумаги его общая площадь не может ни прибавиться, ни убавиться?

И тем не менее математик всегда сомневается. Он не доверяет наглядности и требует строгих доказательств, не доверяет потому, что наглядность часто подводит.

Новая геометрия

Так, например, в свое время в геометрии считалось, что через точку, расположенную вне прямой линии, можно провести лишь единственную прямую, параллельную данной. Это утверждение, вполне согласующееся с нашим повседневным опытом, в течение длительного времени считалось вполне очевидным, не требующим никаких доказательств. Однако нашелся математик, который все же подверг его сомнению. Это был великий Лобачевский. Он решил воспользоваться методом от противного, другими словами, построить такую геометрию, исходные положения которой были бы во всем тождественны обычным, но в которой утверждение о параллельных не имело бы места. Ученый предположил, что через точку, лежащую вне прямой, можно провести сколько угодно параллельных ей линий. Если такое предположение неверно, оно неизбежно приведет к противоречию и утверждение о параллельных будет тем самым доказано. И вот Лобачевский вступил в мир неизведанных геометрических соотношений. Он углублялся в него все дальше, на каждом шагу

ожидая встретить искомое противоречие. Но оно почему-то не возникало. В конце концов ученый понял, что его и не будет, что вполне непротиворечивую геометрию можно построить и без утверждения о параллельных. Оказалось, что возможны такие пространства, в которых привычная нам, как мы ее называем, эвклидова геометрия не имеет места, а действует геометрия Лобачевского.

Это было великое открытие, увековечившее имя русского ученого и совершившее подлинный переворот в математических представлениях.

Так наглядность и привычные представления оказались полностью посрамленными.

Наглядность и действительность

А разве не встречается нечто подобное и вокруг нас? Ежедневно мы наблюдаем, например, как в дневное время Солнце, а ночью Луна и звезды движутся по небу с востока на запад. Зрительно нам кажется, что Земля неподвижна, а небесные светила обращаются вокруг нее. Так и думали люди в древности, принимая это кажущееся движение за действительное. Сегодня же любому школьнику известно, что видимое суточное перемещение небесных светил является всего лишь простым отражением собственного вращения Земли.

Все это говорит о том, что так называемая наглядность — ненадежный советчик при решении научных вопросов, в особенности таких сложных и кардинальных, как вопрос о пространственной бесконечности вселенной.

Может быть, именно по этой причине идея бесконечности вселенной разделила судьбу многих других гениальных догадок философов древности. Будучи правильными по существу, эти догадки не могли быть строго доказаны, так как их творцы не располагали необходимыми фактами. Появилась система мира Аристотеля — Птолемея, согласно которой Земля являлась не только геометрическим центром вселенной, но и всеобщим центром притяжения, к которому тяготеют все остальные небесные тела.

Но система, имеющая один-единственный центр притяжения, может быть только ограниченной системой. Согласно системе Аристотеля — Птолемея, все небесные светила движутся вокруг Земли, и притом с одинаковым периодом обращения. Полный оборот совершается в течение суток. Но это значит, что, чем дальше находится от Земли небесное тело, тем быстрее должно оно двигаться. Поэтому, если в рамках системы Аристотеля — Птолемея предположить, что мир небес-

ных светил неограничен в пространстве, это неизбежно приведет к абсурдному выводу о том, что звезды, удаленные на бесконечно большие расстояния от Земли, должны двигаться с бесконечно большими скоростями. В связи с этим Аристотель расположил все звезды на одинаковых расстояниях от Земли, ограничив таким образом материальный мир сферой неподвижных звезд.

Этим не преминула воспользоваться церковь. Она дополнила систему Аристотеля, поместив за неподвижными звездами, в «пустом пространстве», рай — «жилище блаженных».

Сокрушительный удар, нанесенный Николаем Коперником по геоцентризму, был в то же время и ударом по представлениям об ограниченной в пространстве вселенной. Отказ от представлений о Земле как центре вселенной и всемирном центре притяжения снимал необходимость считать мир ограниченным. И хотя сам Коперник в своих трудах не касался этого вопроса и даже сохранил в своей системе сферу неподвижных звезд, его последователи, и в первую очередь Джордано Бруно, прямо говорили о бесконечности вселенной в пространстве. «...Вселенная не имеет предела и края, но безмерна и бесконечна...» — писал великий итальянский мыслитель в своих знаменитых «Диалогах».

Дальнейшее развитие астрономических представлений оказалось непосредственно связанным с изучением природы тяготения.

Тяготение и его свойства

Среди многих сил, с которыми нам приходится встречаться в окружающем мире, силы тяготения, или, как их часто называют, гравитационные силы, являются, пожалуй, наиболее загадочными.

В отличие от электрических и магнитных сил, сила тяготения не зависит ни от природы, ни от физического состояния или химического состава взаимодействующих тел, а зависит только от их массы.

Закон действия сил тяготения был открыт великим английским физиком И. Ньютоном в результате изучения движения Луны вокруг Земли. Ньютон установил, что все тела притягивают друг друга с силой, пропорциональной их массам.

Чем больше масса какого-либо тела, тем сильнее оно притягивает к себе другие тела. Так, например, масса Земли намного больше массы Луны, и поэтому любое тело у поверхности Луны будет весить в шесть раз меньше, чем на Земле. Космонавт, имеющий вес 60 килограммов, после высадки на

лунную поверхность будеть весить примерно столько же, сколько весит на Земле годовалый ребенок,— 10 килограммов.

Закон тяготения оказался поистине универсальным законом природы, действующим как в условиях Земли и солнечной системы, так и в мировом пространстве — среди космических тел и их систем. С проявлениями гравитации мы встречаемся на каждом шагу. Падение тел на Землю, лунные и солнечные приливы, обращение планет вокруг Солнца, взаимодействие звезд в звездных скоплениях, наконец, движение космических ракет и искусственных спутников Земли — все это непосредственно связано с действием сил тяготения. Недаром в связи с этим закон тяготения получил наименование всемирного. Его открытие помогло разобраться в целом ряде явлений, причины которых до этого оставались непонятными. Количественная сторона закона тяготения получила многочисленные подтверждения в точных математических расчетах и астрономических наблюдениях. Общеизвестны успехи небесной механики, опирающейся на этот закон, в изучении и предвычислении движения небесных тел. Достаточно напомнить хотя бы о теоретическом открытии Нептуна — восьмой планеты солнечной системы. Эта планета была обнаружена французским математиком Леверье путем математического анализа движения планеты Уран, испытывавшей возмущения со стороны неизвестного тогда небесного тела.

Высокая точность достигнута в настоящее время в предвычислении моментов солнечных и лунных затмений. Без знания закона тяготения было бы невозможно рассчитывать траектории движения космических кораблей и составлять соответствующие задания приборам программного управления полетом ракет.

Механика Ньютона и вселенная

Основываясь на законе всемирного тяготения, еще сам Ньютон сделал попытку выяснить, какие следствия вытекают из этого закона для вселенной в целом. Исходя из представления о том, что материальная вселенная погружена в бесконечное эвклидово пространство, великий физик пришел к выводу, что мир не может быть конечным, поскольку в этом случае вся материя вследствие взаимного притяжения должна была бы собраться в единую общую массу. Поскольку же ничего подобного в действительности не наблюдается, материальный мир бесконечен.

Правда, современная статистическая физика дает на этот счет иной вывод: система, состоящая из конечного числа

гравитирующих материальных частиц, должна постепенно рассеяться в бесконечном пространстве. И хотя это утверждение прямо противоречит утверждению Ньютона, для нас в данный момент гораздо более важно то обстоятельство, что оба они приводят в конечном итоге к одному и тому же выводу: представления о конечной материальной вселенной несовместимы с законом всемирного тяготения. Ведь, согласно статистической физике, сколько-нибудь устойчивая конечная материальная вселенная, состоящая из космических тел и их систем, существовать также не может.

Итак, с точки зрения классической механики Ньютона материальная вселенная бесконечна в пространстве.

Вопрос представлялся вполне ясным и решенным бесповоротно и окончательно. Но, как это иногда случается в науке, эта ясность оказалась обманчивой, а истина — куда более сложной, чем представлялось. Открытая в начале текущего столетия Альбертом Эйнштейном теория относительности перевернула уже успевшие стать привычными ньютоновские представления о пространстве и бесконечности вселенной.

Новые идеи явились настоящим громом среди ясного неба и вызвали смятение и растерянность в умах многих ученых. Создавшееся положение было довольно метко отражено в эпиграмме:

Был этот мир глубокой тьмой окутан.
Да будет свет! И вот явился Ньютон.
Но сатана не долго ждал реванша:
Пришел Эйнштейн — и стало все, как раньше.

Разумеется, здесь верно лишь то, что от классических представлений о пространстве пришлось отказаться. Но это вовсе не означает, что теория относительности вернула науку к доньютоновским, аристотелевским временам. Нет, новая физика явилась важным шагом к еще более глубокому пониманию строения мира.

Какова природа тяготения

Когда И. Кеплер открыл свои знаменитые законы обращения планет вокруг Солнца, он понимал, что их движением должна управлять какая-то сила. Но что представляет собой эта сила, Кеплер не знал. Ответ на этот вопрос и дал Ньютон, открыв закон тяготения. Однако и Ньютон не смог раскрыть природу гравитации.

Классическая механика, механика Ньютона, представляла себе пространство вселенной как нечто абсолютно не завися-

щее от материи, как простое вместилище тел. Вопрос о том, каким образом взаимодействуют между собой удаленные друг от друга объекты, каким путем и с какой скоростью распространяется тяготение, классической механикой фактически не рассматривался. Она вполне удовлетворялась тем количественным согласием, которое, казалось, царило между математическими расчетами, выполненными на основе закона тяготения, и реальными явлениями.

Сам Ньютон написал в одном из своих трудов:

«Причину... свойств силы тяготения я до сих пор не мог вывести из явлений, гипотез же я не измышляю».

Теория тяготения Ньютона была только первым приближением к истине. Она касалась лишь чисто внешней стороны явлений, связанных с гравитацией.

Первый реальный шаг к пониманию внутренней природы тяготения был сделан А. Эйнштейном. Одним из главных положений, выдвинутых им, было утверждение о том, что свойства пространства неразрывно связаны со свойствами материи, что пространство и материя неотделимы друг от друга.

Рассказывают, что однажды какой-то предприимчивый газетный репортер, задумавший, видимо, в короткой заметке познакомить читателей с новой модной теорией, обратился к великому физику с просьбой изложить суть теории относительности в одной фразе и притом таким образом, чтобы это было понятно широкой публике. Подумав несколько секунд, Эйнштейн ответил: «Раньше полагали, что если бы из вселенной исчезла вся материя, то пространство и время сохранились бы; теория относительности утверждает, что вместе с материей исчезли бы также пространство и время». Это высказывание Эйнштейна как нельзя лучше подчеркивает материалистический характер теории относительности.

Исходя из основного положения, сформулированного выше, Эйнштейн в своей так называемой общей теории относительности пришел к выводу, что силы тяготения непосредственно связаны с физическими свойствами самого пространства. Оказалось, что любое тело не просто существует в пространстве само по себе, независимо от него, как это представлялось классической физике, но изменяет вблизи себя геометрию пространства. Пространство искривляется, и световой луч в нем будет распространяться уже не по прямой, а по изогнутой линии. Многие специалисты в области теоретической физики поясняют это с помощью следующей аналогии. Представьте себе резиновую пленку, натянутую на обруч, и лежащий на ней маленький

металлический шарик. Если толкнуть шарик, он покатится по поверхности пленки и прочертит на ней прямую линию. Положим теперь в центр пленки большой металлический шар. Под его тяжестью пленка прогнется, поверхность ее искривится. И если теперь снова пустить по пленке маленький шарик, то на этот раз благодаря наличию углубления он опишет линию, искривленную в направлении большого шара. Таким образом, большой шар притянет к себе маленький. Любое небесное тело, искривляя пространство вокруг себя, должно притягивать световые лучи.

Тяготение и геометрия

Советский физик-теоретик профессор Д. Д. Иваненко приводит для иллюстрации физического смысла искривления пространства следующую аналогию. Представьте себе человека, на пути которого встретился глубокий и широкий овраг. Человеку нужно попасть на ту сторону оврага. Для этого ему придется сначала спуститься на дно оврага, а затем вновь подняться вверх по противоположному склону. Конечно, и в этом случае можно провести воображаемую прямую линию, соединяющую точки, расположенные по разные стороны оврага. Но такая прямая будет лишена физического смысла: ведь пешеход не может по ней двигаться. Геодезической линией, то есть кратчайшей линией, соединяющей указанные точки в смысле физической возможности движения, будет кривая линия, проходящая через дно оврага. Точно так же, по выражению Иваненко, пространство, в котором проявляется поле тяготения, как бы сплошь изрыто «оврагами», и все тела в нем вынуждены двигаться не по прямым, а кривым, по кратчайшим (в физическом смысле) линиям. Таковы выводы общей теории относительности.

Мы уже рассказывали о том, что с точки зрения классической физики световой луч испытывает притяжение со стороны небесных тел, и познакомились с экспериментальными наблюдениями искривления света звезд при прохождении вблизи Солнца. Как мы видим, полное отклонение светового луча складывается из «ньютоновского отклонения», обусловленного обычным притяжением, как показывает расчет, и такого же по величине «эйнштейновского» отклонения, связанного с искривлением пространства.

Наблюдения указанного эффекта во время полных солнечных затмений полностью подтверждают тот факт, что искривление световых лучей вызвано не только «простым» притяжением, но и тем самым искривлением пространства, которое предсказано теорией относительности.

Можно ли, однако, на основании одного-единственного факта, да и то получившего лишь качественное подтверждение, делать далеко идущие выводы о свойствах мира, в котором мы живем?

Да, у нас есть на это полное право, ибо теория тяготения Эйнштейна подтверждается не только наблюдениями за искривлением хода световых лучей, но и другими фактами.

Мы не будем подробно заниматься рассмотрением этого вопроса, достаточно хорошо освещенного в специальной и научно-популярной литературе. Остановимся лишь на одном из таких фактов.

В классической механике прямым следствием закона всемирного тяготения являются законы движения планет вокруг Солнца, так называемые законы Кеплера. Их количественное выражение может быть получено чисто математическим путем из формулы закона тяготения Ньютона. Согласно одному из этих законов, известному под названием первого закона Кеплера, каждая планета обращается вокруг Солнца по эллипсу (то есть по вытянутой окружности). Естественно поинтересоваться, каким должно быть движение планет с точки зрения новой теории тяготения. Исследовав эту проблему, Эйнштейн пришел к выводу, мало отличающемуся от классического. Как и в теории тяготения Ньютона, в общей теории относительности орбитами планет также должны быть эллипсы. Но есть и отличие. Если в классической небесной механике орбиты планет неподвижны относительно Солнца, то из расчетов Эйнштейна следовало, что не только планеты, но и их орбиты должны медленно вращаться вокруг центрального тела в том же направлении, в каком движутся соответствующие планеты. И это вращение тем быстрее, чем более вытянута орбита.

Казалось бы, проверить подобное утверждение куда легче, чем обнаружить искривление световых лучей. На деле это не так. Эффекты теории относительности носят весьма тонкий характер, они связаны с такими отклонениями от обычного хода физических процессов, которые проявляются более или менее заметным образом лишь при весьма значительном изменении тех условий, которые привычны нам на Земле и которые принято считать нормальными. Кстати, именно этим объясняется то обстоятельство, что в обычных условиях мы вполне обходимся классической механикой и не совершаем при этом заметных ошибок.

Подсчеты показали, что для семи планет солнечной системы из восьми (не считая Земли) эффект вращения орбит столь

ничтожен, что на его обнаружение не может быть никаких надежд. И только орбита ближайшей к Солнцу планеты Меркурия поворачивается на 43 угловые секунды, то есть примерно на $^3/_4$ градуса за столетие.

Подобное смещение орбиты можно было бы относительно легко обнаружить астрономическими наблюдениями, но природа воздвигла на пути ученых еще одну трудность. Если бы вокруг Солнца обращалась одна-единственная планета, один только Меркурий, то эффект теории относительности, заключающийся во вращении его орбиты, предстал бы перед астрономами, что называется, в чистом виде и его сравнительно нетрудно было бы обнаружить и измерить. В действительности же девять больших планет солнечной системы взаимодействуют не только с Солнцем, но и друг с другом. Следствием этого взаимодействия являются взаимные возмущения планетных орбит, которые также приводят к вращению этих орбит вокруг Солнца. И без того едва заметный эффект, являющийся следствием общей теории относительности, оказывается затерянным в множестве вращений планетных орбит, не имеющих к этой теории никакого отношения.

Чтобы выделить из общего поворота орбиты Меркурия эффект теории относительности, надо, очевидно, выяснить долю этого поворота, обусловленную взаимодействием планет. Это тоже не простая задача, но, к счастью, ее решение в значительной степени было подготовлено предшествующими поколениями ученых. Еще в середине прошлого столетия тот самый Леверье, который приобрел всемирную известность своим открытием Нептуна, занялся изучением возмущений орбиты Меркурия. Учтя все возможные источники возмущений, Леверье сравнил полученный результат с имевшимися в его распоряжении данными астрономических наблюдений. Но, как и в случае с Ураном, первые предположения и действительность, казалось бы, «не сошлись характерами»: за столетие орбита Меркурия повернулась на несколько больший угол, чем это ей полагалось бы на основании расчетов Леверье. Правда, расхождение было не так уж велико: всего около 40 угловых секунд. Но с такой «недостачей» мог бы примириться кто угодно, только не астроном. Концы не сошлись с концами,— значит, тому должны быть свои причины. Тогда Леверье предположил, что во всем виновата еще одна неизвестная планета, расположенная ближе к Солнцу, чем Меркурий. Он даже придумал ей имя — Вулкан. Но на этот раз математик ошибся: в солнечной системе такой планеты не существует. Причина обнаруженного

Леверье расхождения в то время так и осталась невыясненной. И ей суждено было оставаться тайной еще на протяжении нескольких десятилетий. Только в 1915 году Эйнштейн, рассчитав на основании теории относительности величину эффекта вращения для орбиты Меркурия, вспомнил о вычислениях Леверье. Получившиеся у Эйнштейна 43 секунды довольно хорошо согласовывались с 40 секундами Леверье. Это совпадение впоследствии обратило на себя внимание многих исследователей. Вычисления, выполненные когда-то Леверье, были повторены заново и значительно уточнены. Благодаря этому в настоящее время в вопросе о вращении орбиты Меркурия удалось достичь почти полного соответствия между расчетами Эйнштейна и наблюдениями. Этот факт бесспорно служит еще одним убедительным доказательством справедливости теории относительности.

Для орбиты Земли эффект вращения намного меньше: всего 4 угловые секунды за столетие. Однако и эта величина довольно хорошо согласуется с данными астрономических наблюдений.

Наиболее удобной была бы проверка выводов общей теории тяготения на орбитах искусственных спутников Земли. Но подобные наблюдения впереди.

Итак, в нашем распоряжении имеются уже два весьма веских доказательства справедливости общей теории относительности. Как мы уже говорили, об этом свидетельствуют и другие известные современной науке факты.

Таким образом, в настоящее время мы можем с полным основанием утверждать, что теория относительности Эйнштейна подтверждена независимыми экспериментами и наблюдениями.

Эта замечательная теория породила новые представления не только о физических свойствах пространства, но и о его геометрии.

На прямой линии

Представим себе для наглядности одномерное существо-точку, живущее в пространстве одного измерения, то есть на прямой линии. В этом «тесном» мире имеется только одно измерение — длина — и только два возможных направления: вперед и назад.

В том случае, когда прямая линия простирается в обе стороны до бесконечности, наше пространство бесконечно, так как оно имеет бесконечно большую длину. В то же самое время наше пространство неограниченно, и если точечное существо отправится путешествовать по всему миру и будет все время

передвигаться в одном и том же направлении, оно никогда не достигнет края пространства, того места, где оно кончается, и никогда не попадет вторично в уже пройденную точку.

В мире двух и трех измерений

Точно такие же рассуждения можно повторить и для пространства двух измерений — эвклидовой плоскости. Если плоскость простирается неограниченно во все стороны, то она имеет бесконечно большую площадь и является в одно и то же время неограниченной и бесконечной. Бесконечной в том смысле, что не существует такой окружности конечного радиуса, внутри которой можно было бы разместить *всю* нашу плоскость. Живущее в плоскости воображаемое двухмерное существо, перемещаясь в одном направлении вдоль любой прямой линии, никогда не достигнет границы своего пространства и не попадет в одну и ту же точку два раза.

Наконец, то же самое справедливо и для привычного нам трехмерного эвклидова пространства, с той лишь разницей, что бесконечность пространства понимается в данном случае как невозможность его заключения внутрь шара конечного радиуса.

Таким образом, во всех трех случаях, о которых шла речь, *неограниченное* пространство одновременно являлось и *бесконечным*.

Бесконечность и неограниченность

Но это положение, вполне очевидное для эвклидовых пространств, уже не имеет места для пространств неэвклидовых. К сожалению, дать точное наглядное описание подобных пространств с помощью привычных нам геометрических образов невозможно, и для того, чтобы все-таки познакомиться с ними, нам придется ограничиться аналогиями.

Представим себе, что наше точечное существо живет не на прямой линии, а на окружности. Как и прямая линия, окружность тоже представляет собой одномерное пространство, но пространство конечное. Его «длина» ограниченна. Путешествуя по окружности в одном направлении, точечное существо рано или поздно обязательно вернется в исходное положение. Но, с другой стороны, у этого пространства нет границы, нет края, оно как бы замкнуто в самом себе и в этом смысле неограниченно.

Примером конечного и в то же время неограниченного пространства двух измерений может служить поверхность шара. Площадь сферической поверхности всегда имеет конечную величину. В то же время с точки зрения нашего воображаемого двухмерного существа, живущего на сфере и не имеющего

представления о третьем измерении, у этого пространства нет границы.

Искривленные пространства, подобно эвклидовым, могут быть и бесконечными. К числу подобных пространств относятся, например, парабола и гипербола, а также параболические и гиперболические поверхности. Все эти пространства одновременно являются и неограниченными и бесконечными.

Таким образом, не всякое неограниченное пространство обязано замыкаться в самом себе. Это зависит от характера кривизны.

Очевидно, все только что сказанное в полной мере относится и к трехмерному пространству. Оно тоже может быть искривленным.

В каком пространстве мы живем!

Но ведь мы как раз и живем в трехмерном пространстве. Какое же оно: эвклидово или неэвклидово? Чтобы ответить на этот вопрос, надо изучить геометрию нашего пространства, и прежде всего выяснить, что представляют собой в этом пространстве прямые линии. Как известно, прямая линия определяется как кратчайшее расстояние между двумя точками. Но если иметь в виду привычную нам прямую линию, примером которой может служить ребро линейки, то в искривленном пространстве она уже не будет кратчайшим расстоянием. Так, на поверхности сферы вообще не существует прямых линий и наименьшее расстояние между двумя точками здесь дает дуга так называемого большого круга. Большим кругом называется окружность, которая получается при сечении сферической поверхности плоскостью, проходящей через ее центр. Отличительной особенностью окружности большого круга служит то, что ее радиус равен радиусу самой сферы. Вот эти-то окружности больших кругов и играют на сфере роль «прямых» линий. И точно так же, как в обычном эвклидовом пространстве через две произвольные точки можно провести только одну-единственную прямую, так на поверхности сферы через две любые точки можно провести лишь одну-единственную окружность большого круга. Но есть и различия: на сфере не существует параллельных «прямых» — две любые окружности больших кругов обязательно пересекаются друг с другом, и притом не в одной точке, как прямые в эвклидовом пространстве, а в двух.

Таким образом, в искривленных пространствах существует своя особая геометрия, в которой роль прямых играют те или иные кривые линии, которые обычно называют геодезическими линиями.

С одной из таких геометрий мы с вами уже познакомились раньше — это геометрия Лобачевского. Геометрия же на сферической поверхности носит название римановой, по имени немецкого математика XIX века Римана, геометрические идеи которого легли в основу математического аппарата теории относительности.

В реальном пространстве характер геодезических линий определяется не только геометрическими соотношениями, он имеет вполне определенный физический смысл. Ведь мы уже знаем, что геометрия реального мира непосредственно зависит от свойств материи. Поэтому может случиться, что между двумя точками реального пространства вселенной можно провести «обычную» прямую линию. Но это окажется лишенным физического смысла, наша прямая не будет геодезической линией.

Представим себе еще раз плоское пространство, в котором любые две точки можно соединить прямыми линиями, и допустим, что всякие передвижения двухмерных существ возможны только вдоль этих линий, как вдоль своеобразных рельсов. А теперь представим себе, что наша плоскость, наше двухмерное пространство каким-либо образом изогнулось, но не так, как изгибается кусок железа, свертываемый в рулон, а оставаясь в своей собственной плоскости. Тогда все наши прямые линии, наши рельсы искривятся и перестанут быть прямыми. Но они останутся геодезическими линиями, так как реальные физические перемещения будут совершаться вдоль них. Между двумя любыми точками изогнувшейся плоскости и теперь можно провести прямую линию, но она, как легко видеть, не будет геодезической, она потеряет физический смысл.

Поэтому определить характер геодезических линий в пространстве вселенной возможно только физическим, а отнюдь не геометрическим путем. Вот почему ответ на вопрос о характере нашего пространства должен дать световой луч. Но этот ответ мы, собственно говоря, уже получили. Наше пространство искривляется в направлении тяготеющих масс, и лучи света движутся в нем по кривым линиям.

Итак, пространство, в котором мы живем, искривлено.

Что же представляет собой в таком случае неэвклидово неограниченное пространство вселенной? Бесконечно ли оно или, быть может, замкнуто в себе?

Как мы уже знаем, искривление пространства непосредственно связано с материей, а величина кривизны в данной области зависит от плотности вещества.

Теоретические расчеты дают величину критической плотности: одна стотысячная массы протона, то есть ядра атома водорода, на один кубический сантиметр пространства. Или, что то же самое, $6 \cdot 10^{-29}$ грамма в кубическом сантиметре.

Если реальное значение средней плотности вещества во вселенной больше этой величины, мировое пространство конечно и замыкается, подобно тому как замыкается двухмерная сферическая поверхность. В этом случае геометрия нашего пространства сходна с геометрией Римана. Если же средняя плотность меньше критической, объем вселенной бесконечен, а ее геометрия оказывается сходной с геометрией Лобачевского.

Существует ли радиус у вселенной?

В свое время некоторые буржуазные ученые поспешили на основе теории относительности сделать вывод, что вселенная конечна, и занялись многочисленными попытками вычисления ее радиуса. Однако такие попытки являются всего лишь умозрительными математическими упражнениями — не больше!

Теория дает нам критическое значение плотности, связанное с характером кривизны пространства — и только. Ответ же на вопрос о том, каким именно является наше пространство, может дать только опыт.

Что же говорит опыт?

Если исходить из предположения о том, что вещество вселенной распределено по всему ее объему приблизительно равномерно, то учет массы известных нам систем космических объектов приводит к выводу, что фактическая средняя плотность вещества во вселенной примерно равна критической. Но это означает, что при современном уровне развития науки мы с точки зрения теории относительности не можем отдать предпочтение ни конечной, ни бесконечной вселенной. Для того чтобы сделать окончательный выбор между этими двумя возможностями, необходима гораздо более высокая точность оценки средней плотности материи в космических масштабах, чем та, которой мы располагаем в настоящее время.

Теория относительности не является абсолютной

Здесь необходимо подчеркнуть, что теория относительности Эйнштейна, как и любая другая научная теория, вовсе не является «истиной в последней инстанции». Как и любая теория, теория относительности описывает определенную область явлений и бесспорно имеет свои границы применимости. Она не может претендовать на то, чтобы дать окончательное описание всей бесконечной

вселенной. В свое время классическая механика Ньютона казалась современникам «абсолютной» теорией. Но пришло время, и границы применимости механики Ньютона оказались совершенно четко выясненными. Не приходится сомневаться в том, что рано или поздно то же самое произойдет и с теорией относительности. Точно так же, как классическая механика оказалась «предельным» случаем теории относительности, так и сама теория относительности окажется предельным случаем более общей теории. А затем то же самое повторится и с этой новой теорией. И так без конца.

Итак, теория относительности не дает ответа на вопрос о том, каким — конечным или бесконечным — является реальный мир.

Нельзя ли, однако, к вопросу о бесконечности вселенной подойти с несколько иной стороны? Исходя из самых общих соображений, можно предполагать, что такие кардинальные свойства вселенной в целом, как конечность или бесконечность, не могут в той или иной мере не отражаться на некоторых явлениях, происходящих в нашей области пространства.

Вопрос можно поставить так: вселенная бесконечна; не противоречит ли подобное предположение каким-либо данным астрономических наблюдений?

Гравитационный парадокс

Действительно, в конце прошлого столетия немецкий астроном Зеелигер обратил внимание на одно такое противоречие, получившее название гравитационного парадокса. Если пространство бесконечно и если средняя плотность материи во вселенной не равна нулю, а выражается некоторой конечной величиной, то на каждую частицу должны действовать бесконечно большие силы тяготения. В самом деле, с увеличением расстояния гравитация ослабевает пропорционально его квадрату, в то время как тяготеющая масса вещества растет значительно быстрее, пропорционально занимаемому объему, то есть кубу расстояния. Но под действием бесконечно больших сил тяготения небесные тела должны были бы приобрести бесконечно большие скорости. Однако ничего подобного в природе не наблюдается. Вместе с тем на бесконечно большом гравитационном «фоне» местные силы тяготения, в частности силы, действующие между телами солнечной системы, не имели бы никакого значения. И вообще в этом случае сами формы существования материи были бы совершенно иными. Не было бы, конечно, ни солнечных, ни лунных приливов, ни падения тел на Землю, ни даже самого обращения нашей планеты вокруг Солнца. Однако все

эти явления существуют. Отсюда многие ученые, а вместе с ними и религиозные теоретики поспешили сделать вывод о конечности вселенной.

Но дело в том, что предположения, опираясь на которые эти ученые приходили к гравитационному парадоксу, содержат не только утверждение о бесконечности вселенной, но и другие пункты. Они полагали, в частности, что вся материя распределена в пространстве приблизительно равномерно и что силы тяготения в любых условиях и на любых расстояниях изменяются обратно пропорционально квадрату расстояния.

Для того чтобы любой вывод оказался неверным, достаточно несоответствия истине хотя бы одного исходного положения. И вовсе не обязательно, чтобы этим условием оказалось как раз утверждение о бесконечности вселенной.

Предположение о равномерном распределении материи по пространству вселенной не соответствует действительности. Системы космических объектов, системы галактик распределены в пространстве крайне неравномерно. Наблюдение свидетельствует о том, что распределение материи в нашей области вселенной в общих чертах соответствует так называемой структурно-иерархической схеме, предложенной в начале текущего столетия шведским астрономом Людвигом Шарлье. В нескольких словах идея Шарлье сводится к следующему: некоторое число звезд образует систему первого порядка, то есть нашу Галактику. Некоторое число взаимосвязанных друг с другом галактик составляют систему второго порядка — скопление галактик. В свою очередь, галактические скопления группируются в систему третьего порядка — Метагалактику. Метагалактики составляют Супергалактику, и так далее до бесконечности. При определенных предположениях о пространственных размерах систем данного порядка и расстояниях между ними пространственная плотность вещества по мере возрастания порядка космических систем стремится к нулю.

Разумеется, «схема Шарлье» представляет собой гипотезу. Но эта гипотеза находит себе подтверждение в современных астрономических наблюдениях.

С другой стороны, сомнению подвергается в настоящее время и абсолютность закона тяготения. Создание крупных телескопов дало возможность получить в последние годы большое число весьма качественных фотографий других галактик, гигантских звездных островов вселенной. Строение и структура некоторых из них оказались весьма своеобразными. Были обнаружены пары галактик с явными следами взаимодействия, которое

никак нельзя было отнести за счет «работы» сил тяготения. В одной из таких пар галактик, названных за свою форму мышками, имеются, например, огромные звездные хвосты, направленные в стороны, противоположные друг другу. Довольно часто встречается и такое взаимодействие, при котором одна из галактик как бы разрушает своей отталкивающей силой спиральную структуру другой.

Вполне возможно, что здесь мы впервые встречаемся с такими условиями в мегакосмосе, когда силы тяготения перестают проявлять себя обычным образом и уступают главную роль каким-то другим, пока еще неизвестным человеку, но, разумеется, вполне материальным космическим силам.

Во всяком случае, в последние годы было подсчитано, что действие сил тяготения может простираться лишь на расстояние порядка 5 миллионов световых лет, что всего лишь в пять раз превышает расстояние от нашей Галактики до галактики Андромеды. Космические миры, отстоящие друг от друга на большие расстояния, гравитационного взаимодействия друг с другом не испытывают. Закон тяготения, строго говоря, уже нельзя считать всемирным. Область его применения ограничена определенными пространственными рамками.

Почему небо черное!

Аналогичным образом обстоит дело с еще одним противоречием такого же рода, известным под названием фотометрического парадокса. Состоит он в следующем. Если в бесконечной вселенной более или менее равномерно рассеяно бесчисленное множество галактик, то их свечение должно заполнить всю небесную сферу. Благодаря этому небо должно было бы светиться ослепительным светом, сравнимым с солнечным. Отсюда простой и, казалось бы, даже наивный вопрос: почему ночью темно? — в действительности оказывается проблемой принципиального порядка.

В свое время были предприняты попытки объяснить фотометрический парадокс поглощением света межзвездной материей. Но в 1937 году советский астроном В. Фесенков показал, что наличие межзвездной среды не только не устраняет парадокса, а, наоборот, создает еще более сложную ситуацию.

Согласно расчетам Фесенкова, космическая материя не столько поглощает свет звезд, сколько рассеивает его. Кроме того, межзвездная среда служит своеобразным аккумулятором и трансформатором лучистой энергии. Поглощая свет, она затем переизлучает его, причем может быть и так, что поглощаются электромагнитные колебания, невидимые для глаза, а излучение

происходит в видимых световых лучах. Поэтому при наличии межзвездной космической материи небо должно было бы светиться еще ярче.

Однако и фотометрический парадокс полностью устраняется уже знакомой нам «схемой Шарлье». Расчеты показывают, что если с увеличением порядка космических систем общее поглощение света не увеличивается, то фотометрический парадокс отпадает. Этот вывод Фесенкова находит хорошее подтверждение в астрономических наблюдениях, которые свидетельствуют о том, что поглощение света в Метагалактике не превышает поглощения света в нашей Галактике.

Таким образом, оба парадокса, к которым приводят предположения о бесконечности вселенной, получают достаточно исчерпывающее научное объяснение. Других же соображений подобного рода, которые противоречили бы идее бесконечной вселенной, в науке не существует.

Вопрос о бесконечности вселенной — философский вопрос

И вообще никакая конкретная физическая теория не может решить вопрос о бесконечности вселенной в целом. Вопрос о бесконечности вселенной — это вопрос философии. И философия диалектического материализма дает на него ответ с полной определенностью: мир бесконечен. А так как мир материален, то никакого свободного пространства для размещения божественных сил в природе не существует.

Бог и четвертое измерение

Но может быть, место для бога существует, так сказать, «внутри» самого материального мира. Вспомним пример с двухмерным пространством. Мы условились, что воображенный обитатель этого мира, двухмерной сферической поверхности, просто ничего не знает о существовании третьего измерения. Но на самом-то деле третье измерение существует. По обе стороны от сферической поверхности расположено трехмерное пространство, в котором обитаем мы, трехмерные существа, неведомые для двухмерного жителя, заключенного в свою двухмерную поверхность: ведь даже видеть он может только в пределах своего пространства. Ввиду этого о существовании трехмерного мира и его обитателей двухмерный житель мог бы узнать только в том случае, если бы какой-нибудь человек, к примеру, проткнул шаровую поверхность пальцем. Но и в этом случае двухмерное существо могло бы наблюдать только линию соприкосновения между пальцем и сферической поверхностью. Вряд ли этого было бы достаточно, чтобы сделать какие-либо заключения о

«потустороннем», с точки зрения двухмерного жителя, трехмерном пространстве и его «таинственных» обитателях.

Но если все это действительно так — а это и в самом деле так,— то нельзя ли точно такое же рассуждение провести и для нашего трехмерного пространства? Не заключено ли оно в каком-то еще более «обширном», четырехмерном пространстве, подобно тому как двухмерная сферическая поверхность заключена в нем самом? Иными словами, не являются ли божественные силы обитателями четырехмерного мира?

С точки зрения математической логики рассуждение о четырехмерном пространстве абсолютно безукоризненно. Но само по себе оно ничего не доказывает, поскольку логическая непротиворечивость еще не является доказательством *существования* в физическом смысле. Такое доказательство способен дать только *опыт*. А опыт свидетельствует о том, что в нашем пространстве через одну точку можно провести только три взаимно перпендикулярные прямые линии. Следовательно, наше пространство трехмерное. На размерность пространства не может повлиять и его искривленность. Как бы ни было искривлено трехмерное пространство, оно все равно останется трехмерным, подобно тому как плоскость всегда останется двухмерной, как бы мы ее ни изгибали.

Четырехмерный мир теории относительности

Казалось бы, все ясно. Однако современные богословы, пекущиеся о местожительстве господа бога, нашли неожиданную поддержку в... теории относительности. Достаточно заглянуть в любой учебник физики, чтобы убедиться в том, что теория относительности исходит из четырехмерного пространства вселенной. А раз так, то с четвертым измерением нетрудно связать и существование божественных сил, и то, что мы их не видим: ведь мы трехмерные существа и не можем заглянуть в четвертое измерение (вспомним нашего обитателя сферической поверхности).

Таким образом, по отношению к богу и его воинству человек оказывается в точно таком же положении, в каком находился двухмерный житель по отношению к трехмерным людям. Становится ясной и причина абсолютной непознаваемости сверхъестественных сил. Ведь нашему наблюдению и изучению могут быть доступны только «линии соприкосновения» четырехмерных существ с нашим трехмерным миром.

Из четвертого измерения в наш мир «полез» не только бог, но и всяческая чертовщина. Наличием четырехмерного пространства стали объяснять существование духов, привидений и

даже загробного царства. Одним словом, потусторонний мир получал физико-математическое обоснование.

Однако вопреки утверждениям религиозных теоретиков действительность выглядит совершенно иначе.

Начнем с того, что четырехмерное пространство теории относительности — это не совсем обычное пространство. Четвертым измерением здесь является время. Как мы уже говорили, теория относительности установила тесную связь между пространством и материей. Но не только. Непосредственно связанными между собой оказались также материя и время, а следовательно, и пространство и время. Имея в виду эту зависимость, известный математик Г. Минковский, работы которого легли в основу теории относительности, говорил: «Отныне пространство само по себе и время само по себе должны стать тенями, и только особого рода их сочетание сохранит самостоятельность». Минковский предложил использовать для математического выражения зависимости пространства и времени условную геометрическую модель — четырехмерное пространство-время. В этом условном пространстве по трем основным осям откладываются, как обычно, интервалы длины, по четвертой же оси откладываются интервалы времени.

Таким образом, четырехмерное пространство-время теории относительности является всего-навсего математическим приемом, позволяющим в удобной форме описывать различные физические процессы. И поэтому говорить о том, что мы живем в четырехмерном пространстве, можно лишь в том смысле, что все происходящие в мире события совершаются не только в пространстве, но и во времени. Но в этом, разумеется, нет ничего сверхъестественного.

Можно привести еще целый ряд примеров, когда в современной физике используются пространства с еще большим числом измерений. Чтобы рассеять всякие сомнения по этому поводу, рассмотрим один подобный случай.

Имеется система, состоящая, допустим, из некоторого числа материальных частиц. Как мы уже знаем, все будущие состояния такой системы полностью определяются пространственными положениями и скоростями ее частиц в данный момент времени. Как удобнее описать дальнейшее поведение системы? Для этой цели физики прибегают к условному математическому приему, основанному на использовании геометрических представлений и геометрической терминологии.

Положения и скорости всех частиц, выписанные в известном порядке, считаются координатами в некотором условном много-

мерном пространстве, называемом фазовым пространством системы. Совокупность этих координат определяет положение некоторой точки в фазовом пространстве, подобно тому как две координаты определяют положение точки на плоскости, а три — в трехмерном пространстве.

Благодаря такому приему состояние нашей системы, включающей большое число частиц, удается полностью описать положением одной точки фазового пространства. Все дальнейшее поведение системы находит свое отражение в перемещениях этой точки.

Применение фазовых пространств дает возможность использовать для описания физических процессов хорошо разработанный математический аппарат и тем самым значительно облегчит соответствующие расчеты.

Но можно ли на этом основании утверждать, что многомерные пространства реально существуют в природе?

Разумеется, в любых математических построениях, даже самых абстрактных, находят свое отражение какие-то стороны объективной действительности, какие-то отношения между реально существующими предметами и явлениями. Но было бы глубокой ошибкой ставить знак равенства между вспомогательным математическим аппаратом, а также применяемой в математике условной терминологией и объективной реальностью.

В свете этих соображений становится ясно, что утверждать, ссылаясь при этом на теорию относительности, будто бы наш мир четырехмерен, приблизительно то же самое, что отстаивать идею, будто бы темные пятна на Луне заполнены водой, на том основании, что астрономы называют их морями.

Никакого четырехмерного пространства в том смысле, в каком хотели бы навязать его природе некоторые богословы, в действительности не существует.

В данном случае религиозные теоретики вообще просчитались. Как остроумно заметил один из крупнейших специалистов в области изучения строения вселенной — академик Наан, богословы, поместив бога в четвертое измерение, тем самым лишь усложнили себе задачу. Если раньше им надо было доказать только одно положение, а именно: что бог существует, то теперь задача стала втрое сложнее, поскольку теперь надо доказать, во-первых, что существует четвертое измерение, во-вторых, что существует бог и, в-третьих, что бог находится в четвертом измерении.

Случай с пресловутым четвертым измерением является еще одним хорошим примером того, как действуют современные тео-

логи, когда хотят «научным путем» доказать религиозные истины. Применяемые ими методы весьма напоминают приемы эстрадного иллюзиониста. Немножко правды, немножко недоговоренности, ошеломляющее жонглирование непонятными терминами — и где-то под шумок незаконное отождествление несравнимых понятий. Разумеется, подобный религиозный иллюзион рассчитан на то, что те, кому он преподносится, недостаточно хорошо разбираются в научных данных.

Но допустим на минуту, что бог вообще не нуждается в геометрическом пространстве. Допустим, что каким-то непостижимым образом он «нашел» себе укромный уголок во вселенной и оттуда управляет всем происходящим.

Чем же может он управлять?

4. ЧЕМ ЗАНЯТ БОГ?

Быть может, бог занимается тем, что меняет по своему желанию смысл законов природы, нарушает естественное течение явлений, произвольно тасует причины и следствия, заставляя события следовать одно за другим без всякой причинной связи? Быть может, в мире господствует божественный произвол?

Закономерность и закон

Когда мы говорим, что материя движется, то подразумеваем под этим не только обычное механическое движение, но и другие, более сложные его формы. Движение в широком смысле слова — это всякое изменение вообще. Современной науке известны самые разнообразные формы движения материи: механическая, ядерная, химическая, общественная и т. п. Движение материи — не произвольное, не беспорядочное, оно подчиняется определенным объективным закономерностям, то есть закономерностям, не зависящим от человека и человечества. Познавая их, человек формулирует законы природы, которые отражают эти объективные закономерности. Закон — это наиболее существенная, главная связь между явлениями, определяющая характер их течения, их последовательность.

Наличие закономерностей в природе означает, что всякий раз, когда материя оказывается в определенных условиях, дальнейшее ее движение будет происходить не как попало, а вполне определенным образом.

Какие же возможности божественного вмешательства могут существовать при таком положении дел? Если последующие

состояния материи однозначно определяются предшествующими, что остается на долю божества?

Подобно тому как всякая сила, сообщающая ускорение, всегда связана с реальным телом, так и всякое вообще изменение в движении материи всегда имеет материальную причину.

— Но разве есть возможность во всех без исключения случаях указать естественную причину того или иного явления? — может возразить читатель.— Разве не встречаемся мы в природе и в жизни с множеством таких явлений, которые не в состоянии объяснить?

Естественные причины существуют всегда

Действительно, таких случаев можно привести еще очень много. Но мы здесь встречаемся не с отсутствием естественных причин того или иного явления, а лишь с их незнанием.

Вся история развития наших знаний убедительно свидетельствует об этом. Сейчас мы не только открыли и изучили причины многих явлений, но и научились активно воздействовать на такие явления, которые в свое время представлялись таинственными.

Точно так же со временем будут раскрыты материальные причины и всех тех природных процессов, которые сегодня представляются нам непонятными, загадочными, а подчас и таинственными.

Особенно сильно всегда поражали воображение человека такие явления, в основе которых лежали еще неизвестные ему формы движения материи, не оказывающие непосредственного влияния на его органы чувств.

Электрические и магнитные силы, радиоволны, космические частицы, радиоактивные излучения существовали в природе и до того, как человек открыл и исследовал их. Они не только существовали, но и вызывали ряд явлений, которые человек мог наблюдать уже непосредственно. Вспомним хотя бы знаменитые огни Эльма на мачтах кораблей, поражавшие воображение моряков, а в действительности представляющие собой безобидный электрический разряд, проявление атмосферного электричества. А магнитные бури, когда стрелка компаса начинала беспорядочно метаться по всем направлениям и не желала указывать правильный курс? Разве могли мореплаватели прежних времен знать, что причиной этого странного поведения магнитной стрелки в конечном счете служат процессы, происходящие на поверхности Солнца, сложные процессы, порождающие мощные потоки заряженных частиц, вторгающихся в земную атмосферу

и возмущающих магнитное поле нашей планеты? В свое время естественные причины этих и многих других явлений и соответствующие законы природы, вызывающие причины и следствия, были для человека тайной за семью замками, и поэтому суеверным людям они казались лежащими вне материи.

Но эти причины во всех случаях существуют и всегда имеют естественный характер.

Сверхъестественным силам делать здесь нечего.

Но быть может, в природе встречаются такие формы движения материи, которые не подчинены строгим закономерностям, определяющим «железную» связь между причинами и следствиями, и здесь остается место для божественного провидения?

Жизненный опыт подсказывает нам отрицательный ответ на подобный вопрос.

— Но ведь это еще ничего не значит,— может возразить верующий,— бог мог избрать ареной своего вмешательства такие тонкие формы движения материи, с которыми мы непосредственно не сталкиваемся и которых непосредственно не ощущаем, хотя бы область микромира.

Микрочастицы и «свобода воли»

И действительно, при изучении строения вещества, то есть явлений, происходящих в мире элементарных частиц, атомов и атомных ядер, ученые столкнулись с одним необычным обстоятельством, которое вызвало немало разговоров о божественном произволе в области микроявлений, о «свободе воли» элементарных частиц.

В классической механике состояние любого тела вполне определяется его местоположением в пространстве и его скоростью в данный момент времени, причем обе эти величины могут быть измерены с любой необходимой нам степенью точности.

Зная, например, скорость и положение какого-либо тела относительно Земли, мы можем рассчитать его движение в будущем. Это относится и к сложным механическим системам, состоящим из большого числа взаимодействующих тел. Взаимное расположение этих тел и скорости, которыми они обладают относительно друга друга в данный момент, однозначно определяют все последующие состояния системы. Физики часто говорят, что будущее любой механической системы полностью заключено в ее настоящем.

Именно это обстоятельство позволяет астрономам за много десятков лет вперед предвычислять взаимные положения небесных тел и связанные с этим явления, например солнечные и

лунные затмения. Оно дает возможность рассчитывать движение космических кораблей в мировом пространстве.

Казалось бы, подобным же закономерностям должно подчиняться движение любых тел в природе, независимо от их размеров. Однако по мере развития атомной физики выяснилась довольно странная на первый взгляд картина. Оказалось, что движение элементарных частиц, например электронов в атомах, не подчиняется привычным законам классической механики.

Принцип неопределенности

Было установлено, что невозможно точно определить в один и тот же момент положение элементарной частицы в пространстве и ее скорость. Если мы каким-либо образом измерим координаты частицы, то самим процессом измерения обязательно повлияем на ее скорость, а определяя скорость, неизбежно изменим пространственное положение частицы.

Это положение, казалось, устанавливало некий предел возможностей в изучении поведения микрообъектов.

Более того, если состояние микрообъекта для данного момента времени не может быть точно определено, то, очевидно, не могут быть определены и его последующие состояния. Значит, в этом случае будущее системы уже не заключено в ее настоящем с той однозначной определенностью, какая имеет место в классической механике. И вообще сама постановка подобного вопроса как бы теряет здесь смысл, так как привычная нам «железная» связь причин и следствий явно нарушается.

Не свидетельствует ли это о том, что в микромире как раз и проявляет себя произвол?

Подобной точки зрения придерживаются некоторые зарубежные физики-идеалисты, которые много говорят об условиях для деятельности провидения в мире атома, о «свободе воли» электрона и т. п.

В действительности же все обстоит совершенно не так. Дело в том, что микромир обладает такими качественными отличиями, которые не позволяют нам автоматически переносить на него привычные механические представления, как их нельзя перенести, например, на организм человека. Поэтому нет ничего удивительного в том, что понятия классической механики, такие, как координаты, скорость и т. п., оказываются недостаточными для полного описания состояния микрочастиц.

Дело вовсе не в том, что мы не умеем одновременно измерять скорость и координаты микрочастицы, что, измеряя, мы изменяем ее состояние. Просто состояние микрочастицы нельзя полностью описать с помощью тех же самых характеристик, ко-

торые пригодны для описания механического состояния обычных тел.

Мы еще недостаточно хорошо изучили специфический язык микромира и пытаемся писать его законы алфавитом классической механики.

Все же сегодняшний уровень наших знаний в этой области позволяет начисто отвергнуть нелепое утверждение об отсутствии причинной связи между явлениями микромира.

Мы еще не знаем всех законов, управляющих явлениями микромира, но зато в нашем распоряжении вполне объективный способ изучения поведения микрочастиц — метод теории вероятностей.

Закономерность и случайность

Мы знаем, что всякое явление природы представляет собой вполне определенное и однозначное следствие целой цепи предшествующих ему событий. Однако бывают случаи, когда эта цепь столь длинна и имеет столько разветвлений, что проследить их все абсолютно точно практически немыслимо.

Тираж выигрышей. Быстро вращается барабан с номерами облигаций. Вот он остановился, и наружу извлекается металлический патрон с бумажкой, на которой обозначен один из номеров. На какой номер выпадет выигрыш? Ответ на этот вопрос нельзя дать заранее. То, что из барабана на этот раз извлечен именно данный номер, а не какой-нибудь другой, является делом случая.

Обычно люди склонны рассматривать случай как нечто вовсе не подчиняющееся никаким закономерностям, совершенно не поддающееся учету. Почему-то распространено убеждение, что случай, как правило, изменяет течение событий в неблагоприятном направлении, вредит человеку. Один шутник даже сформулировал это утверждение в виде следующего юмористического правила: «Падающий бутерброд всегда ложится намазанной стороной вниз». Впоследствии усилиями таких же острословов этот «закон» был «обобщен» и принял такой окончательный вид: «Из двух равновероятных событий всегда происходит наименее благоприятное». Разумеется, это всего лишь шутка, ибо согласно математическим законам вероятность осуществления равновероятных событий одинакова. Но, как говорят, во всякой шутке есть доля правды. В данной шутке эта доля заключается в том, что, не зная закономерностей того или иного явления, мы не можем предвидеть развития событий и оно может оказаться для нас неожиданным и действительно «спутать нам все карты».

Среди астрономов имеет хождение одна весьма любопытная история. Во время одного из солнечных затмений экспедиция советских ученых направилась к берегам Южной Америки, где проходила полоса полного затмения. Однако береговой район, где расположились со своими приборами ученые, был весьма ненадежен в отношении погоды: по данным местных метеорологов, здесь довольно часто небо сплошь затягивалось облаками. Среди участников экспедиции был один астроном, известный своей удивительной невезучестью. Стоило ему приехать куда-нибудь «на затмение», как погода в этом районе неизбежно портилась. На этот раз, проделав к месту наблюдений неближний путь, протяженностью в тысячи километров, астроном решил не рисковать. Вместе со своими помощниками он отправился в глубь материка, в горы, где, как утверждали метеорологи, наблюдался чуть ли не один облачный день в году. Однако на этот раз природа сыграла с астрономом особенно злую шутку: во время затмения на берегу стояла идеальная погода, а там, где расположился невезучий ученый, небо было сплошь затянуто облаками.

Случай? Случай. Да притом еще весьма редкий. И конечно, неприятный по своим последствиям: ведь наблюдения оказались сорванными. Но произошло это только потому, что ученые не знали закономерностей, управляющих атмосферными явлениями, настолько хорошо, чтобы точно предсказывать погоду. Случай способен сыграть с человеком злую шутку. Но неизбежно ли это? Вовсе нет. Нет — потому, что случайные явления тоже закономерны, они тоже подчиняются определенным законам.

И случай закономерен

Случай и закономерность. Что общего может быть между этими, казалось бы, совершенно разнородными понятиями?

Случай — редкое, а иногда прямо-таки невероятное стечение обстоятельств. Может быть, именно здесь, в области случайных явлений, мы как раз и сталкиваемся с деятельностью сверхъестественных сил?

Великая Отечественная война. Ожесточенный воздушный бой. Советский летчик сбил два вражеских самолета. Но и его «ястребок», получив тяжелые повреждения, также потерял управление и устремился к земле. Пилоту пришлось оставить гибнущую машину, но парашют не раскрылся. Человек падал с огромной высоты. Земля стремительно приближалась. Это была верная гибель. Но... вмешался случай. Летчик упал на косой заснеженный склон глубокого оврага. Коснувшись снега, он промчался вниз по склону, взметнув тучу снежной пыли и ос-

тавив за собой глубокую борозду. Скольжение по снегу плавно снизило скорость. Человек остался жив...

Редчайшее стечение обстоятельств? Да, конечно. Но даже и в этом случайном событии проявились определенные естественные закономерности.

Случайные явления и теория вероятностей

Мы подбрасываем вверх монету. Что выпадет: «орел» или «решка»? Чтобы дать ответ на этот вопрос, нужно знать точный вес и форму монеты, величину приложенного усилия и направление скорости, плотность и давление воздуха, силу ветра и множество других данных, а также соответствующие количественные законы. Вот здесь-то нам на помощь и приходит теория вероятностей. Она говорит, что при прочих равных условиях вероятность выпадения «орла» и «решки» одинакова.

Мы рассмотрели лишь самый простой случай, вообще же различные возможные следствия могут иметь и разные вероятности.

— Но откуда видно,— спросит читатель,— что подобное описание явлений природы действительно отражает истинное положение вещей?

Теория вероятностей отражает реальный мир

Знаменитый естествоиспытатель Бюффон проделал однажды весьма поучительный опыт. Он начертил на листе бумаги две параллельные линии и, положив этот незамысловатый чертеж на пол, начал бросать на бумагу обыкновенную иголку.

Какую же цель преследовал ученый?

Бюффон заранее определил, какова должна быть вероятность того, что иголка упадет на бумагу определенным образом по отношению к начерченным линиям. Получилась простая арифметическая формула, в которую входило расстояние между линиями, длина иголки и математическая постоянная — число π, отражающее отношение длины окружности к ее диаметру и равное, как известно, 3,14... Таким образом, все величины, входящие в правую часть формулы, были известны Бюффону, и он мог с ее помощью вычислить интересующую его вероятность. Но ученый задумал решить эту задачу «наоборот», «с черного хода»: он поставил перед собой цель — определить искомую вероятность опытным путем, из большого числа бросаний, а затем, подставив ее значение в левую часть своей формулы, вычислить с ее помощью величину π и посмотреть, совпадает ли она с истинным значением.

Этот остроумный эксперимент должен был ответить на вопрос, имеющий принципиальное значение: чем является теория вероятностей — надуманной математической «конструкцией», красивым «фокусом» или она на самом деле отражает реальные отношения окружающего мира?

Терпеливый ученый выполнил много тысяч бросаний. Это было довольно утомительным делом, но зато полученный результат вознаградил его за все труды. Вычисленное столь необычным путем значение π совпало с его действительным значением с точностью до тысячных долей единицы.

Как же надо понимать результат этого оригинального опыта?

Когда мы один раз подбрасываем монету, то теория вероятностей не может предсказать, какой стороной упадет она именно в этот раз. Но зато при достаточно большом числе бросаний мы сможем убедиться в том, что число выпадений «орла» будет приблизительно равно числу выпадений «решки», как это и предсказывает в данном случае теория вероятностей.

В этом совпадении и заключена основная сущность теории вероятностей, ее смысл как научной теории, отражающей реальные явления. Это положение получило в математике название *закона больших чисел,* который гласит: при большом числе рассматриваемых случаев частота появления тех или иных событий совпадает с их вычисленными вероятностями.

В настоящее время теория вероятностей нашла себе разнообразные практические применения. Ее методами повседневно пользуются и астрономы, и физики, и организаторы производства — технологи, инженеры...

Исчисление вероятностей не простое математическое упражнение. В этой операции содержится вполне реальный смысл. Законы теории вероятностей отражают объективные связи между реальными явлениями. И если мы, вместо того чтобы точно рассчитать последующее состояние микрообъекта, вычисляем лишь вероятность того или иного состояния — это ни в какой степени не говорит ни об отсутствии причинной связи в микромире, ни о возможности божественного произвола. Просто в данном случае такие законы, которые однозначным образом определяли бы последующие состояния микрообъектов, исходя из их предыдущих состояний, нам неизвестны. Но тем не менее эти состояния закономерно связаны друг с другом. Об этом убедительно свидетельствует тот факт, что микрочастица никогда не придет в состояние, вероятность которого равна нулю, и что состояния, имеющие бо́льшую вероятность, повторяются соответственно чаще.

Мы видим, что, если божественная сила существует, она не имеет никакой возможности вмешиваться в закономерное развитие природы.

Бог и закономерности

Но быть может, из этого общего правила есть исключения, быть может, существуют такие явления, такие области, в которых все же проявляется божественное провидение, божественный произвол?

Может быть, к примеру, бог по своему желанию изменяет сами закономерности, управляющие природными процессами, и таким путем оказывает влияние на их течение?

Известно, например, что изучение природы то и дело приводит ученых к необходимости существенного пересмотра тех или иных научных положений.

Так, до Галилея существовало, например, представление о том, что для поддержания равномерного, прямолинейного движения необходимо, чтобы на тело действовала постоянная сила. В настоящее же время в науке принята прямо противоположная точка зрения, согласно которой тело может двигаться равномерно и прямолинейно тогда, и только тогда, когда на него вообще не действуют никакие силы.

В свое время астрономы проверяли ход часов по суточному вращению нашей планеты, а теперь все согласны с тем, что Земля далеко не такой уж точный хронометр: в ее вращении обнаружилась явная неравномерность.

Число подобных примеров можно было бы значительно умножить.

Не значит ли это, что бог и в самом деле по своему желанию постоянно переделывает мир, изменяя законы природы и характер течения явлений?

Можно легко показать, что подобное предположение не имеет под собой абсолютно никаких оснований. Так, в примерах, приведенных выше, дело заключается вовсе не в каком-то божественном произволе, а в том, что с развитием человеческих знаний наши представления о тех или иных явлениях природы постоянно уточняются.

Например, до Галилея еще со времен Аристотеля господствовала средневековая схоластика, отрицающая опыт, практику и строящая свои выводы о явлениях природы на основе произвольных и часто надуманных логических умозаключений. Поэтому нет ничего удивительного в том, что схоластические представления о законах движения тел мало соответствовали истинному положению вещей и были начисто опровергнуты трудами

Галилея и Ньютона, положившими в основу своих исследований экспериментальное изучение реального мира.

Что же касается вращения Земли, то открытие его неравномерности связано с созданием так называемых радиотехнических и атомных часов, способных отсчитывать с огромной точностью промежутки времени. Сравнив с этими эталонами времени работу «земных часов», ученые и обнаружили неточность их «хода». Таким образом, вращение Земли представлялось нам раньше строго равномерным не потому, что оно действительно было таким, а потом без всяких на то естественных причин стало неравномерным, а просто потому, что тогда в нашем распоряжении не было способов, с помощью которых эту неравномерность можно было бы обнаружить.

Точно так же и во всех остальных известных нам случаях пересмотр научных представлений связан вовсе не с тем, что сверхъестественные силы «играют» закономерностями явлений природы, а лишь с развитием наших представлений об этих явлениях.

Но разве не случается так, что и сами закономерности изменяются с течением времени?

Несколько лет назад, когда в медицине началось применение антибиотиков, эти лекарственные вещества оказывали губительное действие на определенные виды микробов почти без всяких исключений. Прошло некоторое время, и все чаще стали отмечаться случаи, когда введение пенициллина в организм больного не приводило к излечению.

Разве этот факт не говорит о том, что закономерность действия пенициллина на микробы изменилась? Ведь как будто бы и антибиотик и сами микробы остались теми же самыми?

А вот еще один пример, на этот раз из области неживой природы.

Абсолютен ли закон тяготения?

Хорошо известно, что закон всемирного тяготения — один из наиболее общих законов природы. Его количественная сторона получила многочисленные подтверждения в точных математических расчетах и астрономических наблюдениях.

И тем не менее Поль Дирак на основе ряда теоретических соображений высказал предположение, что с течением времени гравитация медленно убывает.

Если ослабевает стальная пружина, то тела, которые она соединяет, начинают постепенно удаляться друг от друга. Если ослабевает «пружина тяготения», наша область вселенной

должна постепенно расширяться. Известно, что галактики действительно разбегаются в разные стороны, но пока что трудно сказать, какую роль в этом явлении играет старение гравитации. Но испытывать расширение должны и отдельные небесные тела: Солнце, Земля.

И действительно, целый ряд данных свидетельствует о том, что наша планета постепенно расширяется. Хорошо известно, например, что моря и океаны медленно отступают с материков вследствие понижения общего уровня. И это несмотря на то, что вследствие разрушения гор и выноса реками остатков твердых пород в море уровень океана должен был бы повышаться. Но постепенное отступление морей и океанов как раз и должно происходить вследствие расширения Земли: ведь при этом увеличивается площадь поверхности планеты, и в частности размеры океанических впадин. Сравнение границ суши и моря на древних географических картах с современными приводит к выводу, что ежегодно радиус земного шара увеличивается на 0,5 миллиметра, а по некоторым другим данным — даже на полсантиметра. Возможно, что это расширение — причина образования гигантских расколов и трещин, опоясывающих Землю и обнаруженных недавно на дне океанов. Что это, как не изменение закономерности?

Но почему может меняться закономерность? Что или, может быть, кто служит тому причиной? Может быть, этим как раз и занимается сам господь бог, стремясь хоть что-нибудь изменить в наскучившем ему однообразии мира? Прежде чем ответить на этот вопрос, приведем еще один пример, на этот раз из области явлений, близкой каждому.

Меняется ли климат! Ни для кого не секрет, что в последние годы в различных районах нашей планеты зарегистрирован целый ряд необычных явлений погоды, в том числе многочисленные случаи, когда погода на длительные сроки отклонялась от ее обычного для тех или иных районов состояния.

Достаточно привести в качестве примера небывалую для европейской части территории СССР зиму 1960/61 года. На протяжении декабря и первой половины января температура держалась на уровне около нуля. Набухали почки деревьев, на многих реках продолжалась навигация. В этот период погода целиком определялась теплыми воздушными массами, поступавшими к нам из района Атлантического океана. Арктическая же «кухня погоды», обычно то и дело снабжающая нас холодными массами воздуха, в это время почти не работала.

И вообще в последние годы погода стала неустойчивой. Летом после сильной жары наступают резкие похолодания, а зимой жестокие морозы сменяются неожиданными оттепелями.

Чем объяснить все это?

Ведь хорошо известно, что климат зависит главным образом от географической широты, то есть расстояния от экватора. Чем ближе к полюсам, тем климат суровее. Кроме того, значительное влияние на климат оказывают также расположение горных хребтов и водных поверхностей, рельеф местности и, в особенности, морские течения.

Но ведь на протяжении по крайней мере последних столетий все эти условия не менялись сколько-нибудь существенным образом.

Следовательно, и на этот раз мы встречаемся с изменениями самих закономерностей погоды и климата?

Меняет ли бог законы природы!

Не проявляется ли во всех приведенных нами случаях деятельность божества? И это предположение должно быть отвергнуто.

Действительно, влияние пенициллина и некоторых других антибиотиков на живые организмы претерпело за последние годы известные изменения. Но эти изменения имеют вполне определенную причину. Хотя пенициллин и в самом деле остался тем же, что и раньше, зато в результате его широкого применения выработались пенициллиноустойчивые формы микробов, мало чувствительные к действию этого антибиотика. И произошло это вполне закономерно, так как приспособление живых организмов к условиям внешней среды — один из фундаментальных законов природы. Следовательно, само изменение закономерности оказалось закономерным и не имеющим ничего общего с божественным произволом.

То же самое и с тяготением. Если гипотеза Дирака подтвердится и окажется, что силы тяготения действительно ослабевают с течением времени, то это будет лишь означать, что таково одно из свойств гравитации.

Старение гравитации, если оно имеет место, так же закономерно, как и любое другое явление природы, закономерно так же, как закономерно убывание уровня воды в цистерне, имеющей постоянный сток. Но это явление, если оно происходит, разумеется, должно быть ограниченно в пространстве и во времени. Его нельзя распространять на всю вселенную.

Что же касается изменений климата, то все дело в том, как мы говорили, что климат того или иного района на Земле опре-

деляется не только его географическим положением, но и в значительной степени характером движения воздушных масс, несущих с собой погоду.

Но появление в средних и даже в северных широтах теплых воздушных масс также должно иметь свои причины. Ученые считают, что причины эти непосредственно связаны с деятельностью Солнца. Уже давно известно, что все явления погоды зависят от Солнца. Солнечные лучи нагревают поверхность материков и океанов, вызывают движение воздушных масс, образование облаков и осадков. Но Солнце — источник не только света и тепла, с его поверхности излучаются потоки ультрафиолетовых и рентгеновских лучей, потоки корпускул — заряженных частиц вещества. И хотя количество тепла и света, посылаемое на Землю нашим дневным светилом, за последнее время не увеличилось, возросла солнечная активность, усилились потоки его невидимых излучений.

Солнечная активность не всегда одинакова. Примерно через каждые 11 лет наступает ее максимум. Подобный максимум наблюдался, например, в 1947 году, а следующий очередной, и притом необычайно сильный, совпал с 1957—1958 годами.

Однако кроме 11-летнего цикла солнечной активности существует еще один — вековой. При этом оба цикла как бы накладываются друг на друга. И если посмотреть на кривую, изображающую ход солнечной активности в текущем столетии, сразу можно заметить, что почти каждый очередной ее максимум расположен гораздо выше предыдущего. Максимум 1957—1958 годов был самым высоким за последние 100 лет. Сейчас уже нет сомнений в том, что солнечная активность оказывает существенное влияние на многие явления природы, в том числе и на характер движения воздушных масс над поверхностью нашей планеты, то есть на так называемую общую циркуляцию атмосферы. Правда, невидимые излучения Солнца воздействуют главным образом на верхние слои атмосферы, а явления погоды протекают в ее нижних, приземных слоях. Но воздушная оболочка нашей планеты представляет собой единое целое. Поэтому явления погоды не могут не зависеть от того, что происходит на больших высотах.

Ученые предполагают, что высокий уровень солнечной активности должен был привести к значительному усилению движений воздушных масс в атмосфере нашей планеты.

Циркуляция воздуха бывает двух видов: зональная, когда ветры направлены по широте, главным образом с запада на восток, и меридиональная. Сотрудникам Арктического и Антарк-

тического институтов удалось установить, что в годы минимума солнечной активности преобладает зональная циркуляция, обеспечивающая в Северном полушарии относительно спокойную погоду, соответствующую обычным климатическим нормам. Наоборот, в годы максимума происходит интенсивный обмен воздушными массами между тропическими и полярными районами. Теплый воздух заходит далеко на север, а холодный — на юг. Погода становится неустойчивой, а атмосферные явления приобретают иногда весьма бурный характер. Все это говорит о том, что, вероятно, и потепление Арктики объясняется ходом векового цикла солнечной активности. В настоящее время этот цикл уже перевалил через свой максимум, и теперь будет происходить постепенный спад солнечной активности, что в свою очередь в ближайшие два-три года должно, вероятно, привести к стабилизации погоды.

Нельзя не упомянуть еще об одном факторе, влияющем на климат,— составе земной атмосферы.

Прежде чем достичь поверхности Земли и нагреть ее, солнечные лучи должны пройти сквозь воздух. При этом некоторая часть их рассеивается.

Значение имеет не только количество тепла, приходящее на поверхность Земли от Солнца, но также и то, сколько тепла теряется, уходит обратно в мировое пространство.

В этом случае воздушная оболочка нашей планеты играет роль гигантского воздушного одеяла, не дающего теплу, накопленному Землей, рассеиваться. Наличие в воздухе водяных паров, пыли, углекислого газа и озона препятствует остыванию Земли.

Интересно отметить, что содержание углекислого газа в атмосфере постоянно увеличивается благодаря работе промышленных предприятий, выделяющих его в больших количествах.

Американский ученый Г. Пласс подсчитал, что в связи с этим за последние 100 лет концентрация углекислого газа в атмосфере возросла на 13%. Пласс считает, что при таких же темпах расходования топлива меньше чем через 1000 лет средняя температура на Земле должна увеличиться примерно на 12 градусов.

Таковы естественные причины изменений климата, наблюдающихся в последнее время.

Следовательно, эти изменения представляют собой не результат деятельности божества, а закономерное следствие влияния вполне определенных естественных факторов, которые раньше по тем или иным причинам себя не проявляли.

Все три примера говорят о том, что изменение привычного течения событий может показаться нам сверхъестественным лишь тогда, когда мы рассматриваем данное явление изолированно, отрываем его от других явлений, с которыми оно на самом деле тесно связано и которые могут оказывать на него непосредственное влияние.

Опыт научного исследования природы убеждает нас в том, что точно таким же образом обстоит дело во всех подобных случаях, без каких бы то ни было исключений. А это значит, что в мире действуют объективные закономерности, присущие самой материи и не зависящие от воли божества. Изучение этих закономерностей позволяет объяснить любые явления природы свойствами самой материи.

Но если бог не оказывает никакого влияния на закономерное течение событий, если он не изменяет законов природы, то, может быть, только потому, что все в мире устроено им настолько целесообразно, что не требует его личного вмешательства?

Целесообразность — вот довод, который часто пускают в ход богословы и теологи.

Целесообразность и живая природа

Что касается целесообразности в живой природе, которая и в самом деле поразительна, то вполне естественное объяснение дал ей еще Чарлз Дарвин. Изменчивость живых организмов, наследственность, естественный отбор и приспособляемость к условиям внешней среды — вот факторы, длительное совместное действие которых выработало ту удивительную гармонию, какую мы находим в современном органическом мире.

А неорганический мир? Ведь в нем нет ни приспособляемости, ни наследственности, ни естественного отбора. Но тем не менее и здесь все как будто согласованно, пригнано одно к другому.

Знаменитый французский писатель Ги де Мопассан в своем рассказе «Лунный свет» так изложил представления священнослужителя о божественной целесообразности в природе:

«Все в природе казалось ему созданным с чудесной, непреложной мудростью. «Почему» и «потому» всегда были в непоколебимом равновесии. Утренние зори созданы для того, чтобы радостно было пробуждаться, летние дни — чтобы созревали нивы, дожди, чтобы поля орошать, вечера — для того, чтобы подготовлять ко сну, а темные ночи — для мирного сна.

Четыре времени года превосходно соответствовали всем нуждам земледелия, и никогда у этого священника даже и

мысли не возникало, что в природе нет сознательных целей...»

На самом же деле здесь просто спутаны местами причины и следствия. Не земля и природа созданы для удобства человека, а сам человек и его жизненный уклад сформировались в соответствии с определенными внешними условиями.

Что же касается «стройности» различных явлений и процессов неорганического мира, то она представляет собой естественный результат действия природных закономерностей. Рассмотрим для примера уже знакомые нам климатические процессы.

Как известно, климат оказывает огромное влияние на жизнь людей, и в особенности на характер сельского хозяйства и его развитие. Но, увы, во многих районах Земли климат далеко не такой, как хотелось бы. Нельзя ли его переделать? Отеплить наши северные районы, увлажнить засушливые пустыни, сократить продолжительность зимнего периода для средней полосы Советского Союза,— что может быть увлекательнее решения этих задач? Подобное преобразование климата позволило бы полнее использовать богатые природные ресурсы многих районов, освоить новые целинные земли, а в современных сельскохозяйственных районах снимать по нескольку урожаев в год, не говоря уже о других благоприятных последствиях.

И вот появились первые проекты.

Несколько лет тому назад на страницах мировой печати оживленно обсуждалось смелое предложение советского инженера П. М. Борисова. Соорудить гигантскую плотину через Берингов пролив и начать перекачку холодной воды из Берингова моря в Тихий океан — вот в чем состояла его идея. По мысли Борисова, на освободившееся место придут теплые воды Атлантического океана, что в свою очередь должно повлечь за собой резкое потепление климата Арктики. По расчетам автора проекта, уже в первые два-три года ледяной покров в Гренландском, Баренцевом и Карском морях заметно уменьшится, а еще через три-четыре года Северный Ледовитый океан совершенно очистится ото льда. Уничтожение северных льдов в свою очередь должно вызвать поистине волшебное превращение климата всего Северного полушария. Повысятся средние годовые температуры, исчезнет вечная мерзлота, жители средней полосы забудут, что такое зима, например в Москве ртутный столбик никогда не будет опускаться ниже нулевой черты, а обычная температура в зимние месяцы составит здесь от 6 до 12 градусов тепла...

С чисто технической точки зрения проект вполне осуществим уже современными научно-техническими средствами, хотя его реализация и потребовала бы огромных материальных и энергетических затрат.

Однако на это можно было бы пойти, так как все расходы очень быстро окупились бы сторицей, если бы не одно «но»...

Вмешательство человека в такие планетарные процессы, как климат, может привести к совершенно нежелательным последствиям.

Так, например, многие ученые полагают, что усиление притока теплых атлантических вод в Ледовитый океан, предусматриваемое проектом Борисова, вместо того чтобы вызвать повышение температуры воздуха в Северном полушарии и увеличение количества осадков, может привести к настоящей катастрофе. Наблюдения показывают, что в те годы, когда имеет место усиленный приток теплых вод Атлантики в северные моря, на материке наблюдаются сильные засухи и обмеление рек, так как атлантические циклоны, несущие с собой осадки, в этом случае почему-то обходят материк. Это говорит о том, что климатические процессы представляют собой налаженный механизм.

Но налаженный кем? Может быть, богом?

Разумеется, нет.

Диалектика неживой природы

Здесь мы встречаемся с одним из ярких примеров диалектики природы, в которой течение явлений всегда определяется взаимодействием противостоящих друг другу, противоборствующих факторов. В данном случае такими факторами служат «тепло» и «холод», запасы которых в Северном Ледовитом океане тесно связаны друг с другом.

Представим себе на минуту, что плотина в Беринговом проливе была бы построена и начался бы усиленный приток атлантических вод в Северный Ледовитый океан. Постепенно холодные поверхностные воды уступили бы свое место теплым и Арктика начала бы очищаться ото льда. Но этот процесс, казалось бы несущий с собой потепление Арктики и полную ликвидацию «северного холодильника» нашей планеты, в то же самое время в самом себе содержал бы факторы, действие которых в будущем должно было бы привести к прямо противоположному результату — увеличению мощности ледового покрова.

В самом деле, освобожденная ото льда поверхность Ледовитого океана станет поглощать гораздо больше солнечного тепла,

чем льды. Воды Арктики превратятся в гигантский аккумулятор солнечной энергии. Север действительно потеплеет. Но ограничится ли этим дело? На подобный вопрос можно заранее дать отрицательный ответ.

Выведите из положения равновесия маятник, отклонив грузик в какую-либо сторону, а затем отпустите его. Маятник не просто вернется в положение равновесия, а проскочит через него и отклонится в противоположную сторону.

Аналогичное явление произойдет с Арктикой. Потепление Севера приведет к постепенной ликвидации резких температурных контрастов между высокоширотными и более южными районами нашей планеты. Это неизбежно скажется на ослаблении меридиональной атмосферной циркуляции, что в свою очередь вызовет ослабление водообмена высоких и низких широт. Ведь движение воды в морских течениях вызывается главным образом воздействием со стороны перемещающихся воздушных масс. В результате поступление теплых атлантических вод в Северный Ледовитый океан практически прекратится и начнется новый период оледенения Арктики, еще более мощный, чем прежний.

Мы встречаемся здесь с ярким примером природной саморегулирующейся системы, которая находится в данное время в определенном состоянии не потому, что оно задано свыше, а потому, что это состояние есть необходимый результат действия противоречивых естественных факторов.

Разумеется, это вовсе не означает, что всякое вмешательство человека в климатические и другие подобные им процессы заранее обречено на неудачу и что во всех случаях последствия подобного вмешательства обязательно будут отрицательными. Наступит время, когда естественные закономерности климатических процессов будут изучены в достаточной степени для того, чтобы полностью подчинить их воле человека.

Подведем итоги

Теперь можно подвести некоторые итоги. Итак, мир — это материя, которая находится в состоянии непрерывного движения. Все, что происходит вокруг нас и в нас самих, представляет собой различные формы этого движения.

Действуют ли в этом мире сверхъестественные силы, бог; проявляют ли они себя?

Защитники религиозного мировоззрения утверждают, что бог вездесущ, что он знает абсолютно все происходящее в любом уголке вселенной и неустанно руководит всем этим. Если это действительно так, то бог должен оказывать определенное

влияние на движение материи, ибо, как мы уже говорили, в мире все есть движение и нет ничего другого, в чем божество могло бы себя проявлять.

Мы последовательно рассмотрели основные возможности для деятельности провидения, для его вмешательства в материальный мир.

Что же оказалось?

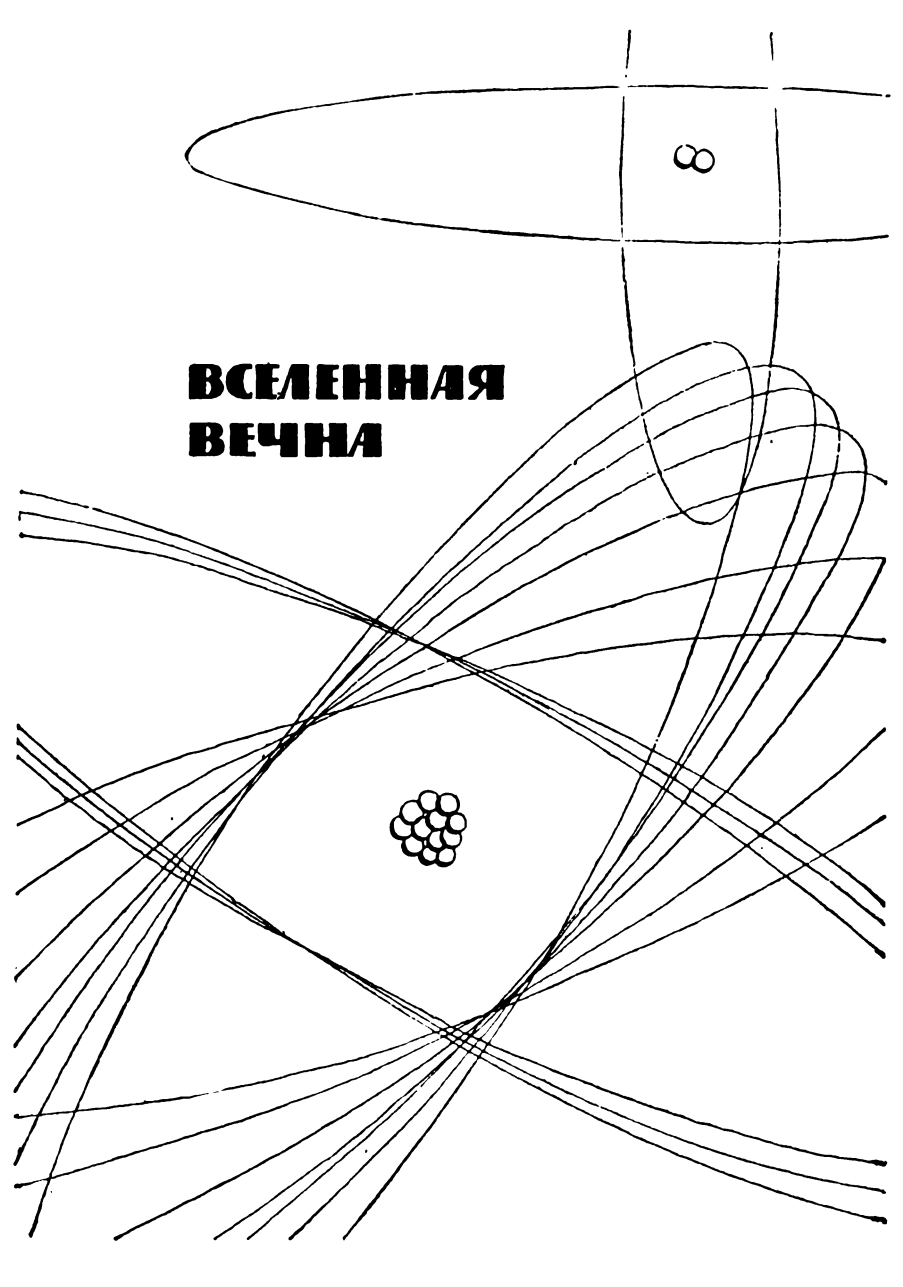
Прежде всего, выяснилось, что в неограниченной материальной вселенной даже нет места для пребывания бога. Но даже и в том случае, если бы бог не нуждался в таком месте и ухитрялся обойтись без него, он оказался бы безработным, лишенным всякой надежды найти какое-либо применение своим силам и способностям.

Оказалось, что движение материи во вселенной происходит в соответствии с присущими ей самой объективными закономерностями, которые действуют с железной необходимостью всякий раз, когда для этого в природе создаются определенные условия, условия, которые в свою очередь закономерно возникают в ходе движения материи. Мы выяснили также, что возможностей для произвольного вмешательства сверхъестественных сил не существует и в тех случаях, когда привычные нам, элементарные законы движения материи оказываются неприменимыми.

Какая же еще возможность остается в таком случае для проявления сверхъестественных сил?

Последняя и единственная: сотворить мир!

Тем самым вопрос о том, сотворен ли мир богом или он существует от века, становится, по существу, равнозначным вопросу о том, существует ли бог.


ВСЕЛЕННАЯ
ВЕЧНА

1. БОГ И ТВОРЕНИЕ

Может быть, все обстояло так: бог создал из ничего вселенную, природу, установил все ее законы и заранее определил все, что ни случится, на вечные времена — и развитие небесных тел, и смену общественных формаций, и открытие атомной энергии, и даже запуск искусственных спутников Земли.

Итак, божественное предопределение.

Любопытно отметить, что с подобной точкой зрения склонны соглашаться и некоторые религиозные теоретики — в тех случаях, когда им дальше уже некуда отступать.

Даже папа римский Пий XII заявил всего несколько лет назад: «Это удивительная и упорядоченная система качественных и количественных, частных и общих законов микромира и макромира... Что же это, как не картина, пусть даже бледная и несовершенная, великой идеи и великого божественного плана, который был намечен духом Бога-творца как извечный закон вселенной?»

Однако такая точка зрения неизбежно приводит к неразрешимым для религии противоречиям.

Существует логическая задача-шутка: если бог всемогущ, то способен ли он сотворить такой камень, который сам не сможет поднять?

Попытка дать ответ на поставленный вопрос неизбежно приводит к противоречию. Если бог не сумеет поднять камень, следовательно, он не всемогущ; если же бог не может даже создать такого камня, он не всемогущ и подавно.

Разумеется, подобным путем еще ничего нельзя доказать, это всего лишь словесный логический парадокс.

Но ведь как раз таким образом обстоит дело в случае «сотворения» вселенной. Бог «создал» мир, с которым бессилен что-либо сделать, создал «камень», который не может «поднять».

Если даже допустить, что так оно и было, вряд ли подобное обстоятельство послужит свидетельством божественного могущества.

Помимо этого основного противоречия возникает еще целый ряд противоречий, хотя и более мелкого калибра, но также в достаточной степени принципиальных. В свое время их весьма метко обрисовал замечательный французский атеист Дени Дидро.

В одном из своих произведений Дидро рисует воображаемую ситуацию: он умер, и оказалось, что бог существует. И вот Дидро попадает на суд всевышнего, на котором должна решиться его загробная судьба: ад или рай. Не строя себе иллюзий относительно исхода божественного судилища, бывший атеист в достаточно мрачном настроении в ожидании своей очереди присел на берегу небесного ручья.

Вскоре рядом с ним сел какой-то старик с белой бородой и осведомился, почему Дидро так печален.

— Как же мне не печалиться,— отвечал Дидро.— В земной жизни я был атеистом, я доказывал, что бога нет, а вот теперь, когда я умер, оказалось, что бог существует. Он, конечно, пошлет меня в ад.

— Да,— произнес старик грозным голосом,— ты не ошибся. Я и есть бог, и я действительно пошлю тебя в ад.

— Ах, это ты бог,— обрадовался Дидро.— Ну, тогда послушай, что я тебе скажу. Твои служители на Земле, священники, говорят, что ты всемогущ и вездесущ, что ты все видишь и все знаешь, что ни один волос на голове человеческой не упадет без твоей воли. Они утверждают также, что ты добр и справедлив. Так ли это на самом деле?

— Да, это так и есть,— подтвердил бог.

— А если так,— подхватил Дидро,— значит, и то, что я стал атеистом, тоже произошло по твоей воле. Ты сам сделал меня безбожником, а теперь собираешься меня же покарать за это. Где же твоя справедливость?.. Наконец, ты знал, что я не верю в тебя, но не предупредил меня о том, что ты есть. Ты поступил так для того, чтобы после моей смерти иметь возможность отправить меня в ад. Где же в таком случае твоя доброта? Как же я могу нести ответственность за то, что лишь выполнял твою волю?

На это богу нечего было возразить. Сраженный логикой Дидро, он отправил его в рай...

В этой остроумной атеистической новелле подмечены те неизбежные противоречия, к которым приводит религиозная вера во всемогущего и всеведущего бога, в предопределение.

Чтобы выйти из создавшегося положения, защитникам религиозного мировоззрения приходится идти еще дальше.

Характерным примером такого рода является высказывание религиозно настроенного немецкого геолога Филиппа Госсе, относящееся еще к середине прошлого столетия. Встав перед необходимостью согласовать данные геологии, свидетельствующие о длительной эволюции земной коры и жизни на Земле, с богословским утверждением о том, что бог создал Землю и небо 7 тысяч лет назад, он заявил: «Когда бог создавал нашу Землю 7 тысяч лет тому назад, он предусматривал такое ее строение, как если бы она существовала миллиарды лет, чтобы человеку было над чем подумать при ее изучении».

Но если пойти по этому пути, придется, в частности, предположить, что бог, создавая мир, должен был предусмотреть заранее не только содержание священных книг, но и те противоречия, в которые должна вступать с ними наука.

Но тогда возникает еще целый ряд недоуменных вопросов, например такой: если бог все решил заранее, то чем объяснить, что осуществление прорыва в космическое пространство — в священные небеса — он возложил на тех, кто в него не верит,— на советских ученых?

Или другой вопрос: если бог все определил давным-давно, к чему молиться? Ведь это бессмысленно, так как бог все равно ничего не может изменить...

Оставим подобные противоречия на совести богословов, скрывающихся в подобных случаях за пустой фразой: «Пути господни неисповедимы», и вернемся к вопросу о вселенной.

Итак, у бога остается единственная возможность проявить свое существование — сотворить мир.

Но был ли мир сотворен?

2. ВСЕГДА ЛИ БЫВАЕТ НАЧАЛО?

Обобщение обобщению рознь

В сокровищнице арабской мудрости есть одна поучительная история.

Один человек, встретившись как-то со своими друзьями, решил соответствующим образом отпраздновать это знаменатель-

ное событие. Приятели провели за столом целый день и веселились до такой степени, что не заметили, как наступил вечер. Но когда хозяин, решив проводить гостей, вышел с ними из дома, он увидел, что на улице темно и на небе сияют звезды. Это его немного удивило: ему казалось, что они пировали совсем недолго. Однако ему было не до раздумий. Возвратившись домой, он свалился в постель и в тот же миг заснул мертвым сном. Он проспал всю ночь до утра, весь следующий день и проснулся только поздно вечером. Все еще пошатываясь от вчерашних обильных возлияний, он вышел на улицу подышать свежим воздухом и... остановился пораженный: было темно и сияли звезды. В страхе он возвратился в дом и, постаравшись утопить свои сомнения в вине, снова погрузился в сон. Проспав еще около суток, он снова вышел на улицу и снова увидел ночь и звезды. Тогда в ужасе он помчался по пустынным улицам спящего города, оглашая их дикими воплями о том, что аллах, разгневавшись, лишил Землю дня и обрек ее на вечную ночь...

— Но,— может спросить читатель,— какая связь существует между поучительной арабской историей и вопросом о сотворении мира богом, который был поставлен в конце предыдущей главы?

Такая связь, как это ни странно на первый взгляд, существует.

О начале творения

Оглянитесь вокруг. Обратите внимание на различные предметы, которые вас окружают. Стол, стул, зеркало, радиоприемник, дом, в котором вы живете, эта книга... Каждый из этих предметов и любой другой имел свое начало. Иными словами, было такое время, когда не существовало ни стола, ни стула, ни зеркала, ни радиоприемника, ни здания, в котором находится ваша квартира, ни этой книги. Практический опыт убеждает нас в том, что продолжительность «жизни» любого предмета ограниченна. Рано или поздно приходит в негодность мебель, тускнеют и бьются зеркала, выходят из строя радиоприемники, разрушаются здания, истлевают книги. И на какой бы предмет мы ни обратили свой взгляд — одушевленный или неодушевленный,— мы не найдем ни одного исключения из этого правила. Это относится не только к земным предметам, но и к нашему дневному светилу — Солнцу, планетам солнечной системы, любым другим космическим телам. Если все это так, то не естественно ли предположить, что должна иметь свое начало и конец и сама совокупность всех существующих в природе предметов, то есть вся вселенная?

Ход рассуждений при этом примерно таков: каждая вещь имеет начало,— значит, и вселенная имеет начало; каждая вещь из чего-то сделана,— значит, и вселенная из чего-то сделана. Но если у вселенной было начало, значит, до этого момента вообще ничего не было. Следовательно, вселенная возникла из ничего... Но как это могло произойти? Кто «сделал» вселенную из ничего?

Не является ли и в самом деле единственным разумным выходом предположение о том, что вселенная была сотворена из ничего сверхъестественной силой — богом?

Именно это и утверждают защитники религиозного мировоззрения.

Мы пришли к предположению о начале мира в результате обобщения на всю вселенную нашего опыта, основанного на наблюдениях за отдельными вещами. Но является ли подобное обобщение законным?

Весь опыт развития науки учит нас, что обобщение обобщению рознь! В одних случаях оно продвигает вперед наши знания, в других — ведет к искажению истины. Единственным же пробным камнем наших выводов является опыт, практика, изучение реального мира.

Вспомним арабскую историю. Человек трижды просыпался в ночное время и на основе этого сделал далеко идущий вывод о наступлении вечной ночи.

Не уподобляемся ли и мы герою арабской истории, когда пытаемся распространить результаты наших наблюдений над отдельными предметами на всю вселенную?

Но если рассуждения о начале мира и его творении ошибочны, какую другую точку зрения можно им противопоставить?

Простой и ясный ответ на этот вопрос дает материалистическая наука: вселенная существует вечно. Она не имела начала и, следовательно, не нуждается ни в каком творце.

Предположение о несотворимости материи не просто одна из существующих логических возможностей. Оно имеет под собой весьма убедительные научные основания.

Еще в глубокой древности, около 2500 лет назад, многие философы отстаивали идею бесконечности материи во времени.

Так, знаменитый древнегреческий философ Демокрит говорил:

«Ничто не возникает из ничего, и ничего не переходит в ничто».

Но тогда это были только гениальные догадки. Естественнонаучное обоснование эти материалистические идеи получили лишь в середине XVIII столетия, когда великий русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов открыл один из величайших законов природы — закон сохранения материи и движения.

Согласно этому закону материя и ее движение никогда не исчезают бесследно и не могут возникнуть из ничего, а лишь меняют свои формы. Современная наука изучает газовые туманности и недра звезд, сложные химические соединения и атомные ядра. Проведены фундаментальные исследования в области электрических и магнитных явлений, сил тяготения и космических лучей. Создание искусственных спутников Земли и космических ракет позволило ученым приступить к непосредственному изучению физических явлений, протекающих в космическом пространстве. Однако при этом никто и никогда не наблюдал ни образования материи из ничего, ни ее бесследного исчезновения.

Все данные современной науки свидетельствуют в пользу закона сохранения материи и движения, который действует в любых условиях, при любых состояниях материи.

Было время, когда этой книги не существовало. Но уже тогда имелась бумага, из которой впоследствии она была сделана. Еще раньше не было и бумаги: она в то время представляла собой бумажную массу. До этого была древесина, а если мы проникнем еще дальше в предысторию вещества книги, то обнаружим деревья, которые впоследствии послужили сырьем для изготовления бумаги, деревья, которые росли, усваивая углекислый газ из атмосферы и всевозможные питательные вещества из почвы. И так без конца. Как бы далеко ни углублялись мы в историю любого предмета, мы, в этом смысле, никогда не дойдем до ее начала, как не дошли бы и до ее конца, если бы попытались заглянуть в будущее. Менялись формы, менялось качество, но то вещество, та материя, из которой состоит данный предмет, существовали всегда.

Закон сохранения материи решает проблему вечности вселенной

Казалось бы, закон сохранения материи и движения полностью разрешает проблему вечности вселенной, не оставляя защитникам религиозно-идеалистических взглядов абсолютно никаких возможностей для отстаивания идеи творения. Но защитники современной религии ни за что не хотят сдаваться. Они ищут новые лазейки.

Богословы говорят, что бог сначала создал вселенную, а затем установил в ней закон сохранения, с тем чтобы в нужный

момент отменить его, если это понадобится. Но подобное утверждение столь голословно и столь неубедительно, что даже привычные к голословным утверждениям религиозные теоретики ищут в этом вопросе других, более веских доводов. Об этом свидетельствует хотя бы тот факт, что ни одно научное положение не подвергается таким ожесточенным нападкам со стороны богословов, как закон сохранения.

Допустим, говорят они, что многие явления, происходящие в природе, и в самом деле подчиняются закону сохранения материи и движения. Допустим... Но кто может поручиться, что рано или поздно не откроется такая, пока еще неведомая нам область явлений, для которых закон Ломоносова окажется несправедливым? Ученые утверждают, что этого не может быть. Но ведь они не располагают однозначным доказательством этого утверждения. Они не могут доказать его так, как доказывают, скажем, какой-нибудь закон Архимеда или закон Ома. Значит, заключают религиозные теоретики, вопрос об абсолютности закона сохранения материи и движения — это тоже вопрос веры. Разница лишь в том, что мы, сторонники религиозного мировоззрения, верим в одно, а вы, ученые,— в другое. Мы верим в то, что мир сотворен богом, а вы — в то, что он существует вечно. У нас одна вера, у вас другая. И еще неизвестно, какая из них лучше.

Тем самым делается попытка поставить знак равенства между верой в бога, в сверхъестественное и системой научных знаний о мире. Это необходимо богословам, чтобы, с одной стороны, прикрыться авторитетом науки, а с другой стороны, подорвать у верующих доверие к научным данным.

В дальнейшем мы вернемся к закону сохранения материи и движения и увидим, что каждое новое открытие естествознания служит подтверждением, что это действительно всеобщий закон природы и дело тут не в вере.

3. ВЕРА И «ВЕРА»

Доказательств не требуется

Быть может, богословы в какой-то степени правы, и наука, если не во всем, то хоть в чем-то, действительно опирается на веру, сходную с религиозной?

— Вера и знание по своему существу неотделимы друг от друга,— утверждают защитники религии.— Невозможно предположить,— говорят они,— чтобы ученый не верил в свой

исследующий разум и в возможность достижения намеченных целей. Научные теории,— утверждается далее,— никогда не могут быть вполне свободными от положений, принимаемых на веру в тех многих случаях, когда их нельзя доказать опытным путем.

Религиозные проповедники нарочито смешивают два понятия: «верить» и «быть уверенным», хотя эти понятия имеют совершенно различное содержание.

— А если так,— делается вывод,— то нельзя требовать и доказательств существования бога: признавать или отрицать его есть дело исключительно веры.

Попробуем, однако, разобраться, существует ли в действительности что-либо общее между религиозной верой и процессом научного исследования природы, между верой в бога и убежденностью, уверенностью ученого в результатах научных исследований.

Вера — основа всякой религии; вера в бога, в сверхъестественное, в божий промысел, в загробный мир...

Защитники религии всегда прекрасно понимали, что строгое доказательство справедливости религиозных положений невозможно. Поэтому они стремились создать у верующих впечатление, что религиозные истины не только не нуждаются в каких-либо доказательствах, но и вообще не имеют ничего общего с обычными представлениями о разуме и логике.

«Долой разум!» — вот основа религии, отмечал замечательный французский атеист XVIII столетия Гольбах.

Слепая вера, пусть нелепая, пусть противоречащая здравому смыслу,— вот главная опора всякой религии.

«Сын божий умер — вполне верим этому, потому что это нелепо. И погребенный воскрес — это верно, потому что это невозможно...» Не правда ли, довольно откровенное высказывание... Принадлежит оно одному из проповедников христианства — Тертуллиану.

А основатель католического ордена иезуитов Лойола говорил, что необходимо верить, что «белое является черным, если так утверждает церковь».

Догматы, то есть основные положения религии, не только недоказуемы, утверждают религиозные идеологи, но они принципиально недоступны человеческому разуму.

Верующий должен помнить, подчеркивают, в частности, отцы современной православной церкви, что всякий догмат потому и составляет предмет веры, а не знания, что не все в нем доступно нашему пониманию.

«Когда догмат становится слишком понятным,— заявил, например, патриарх русской православной церкви Алексий,— то имеются все основания подозревать, что содержание догмата чем-то подменено, что догмат берется не во всей его божественной глубине».

Следовательно, если догмат можно разъяснить, то в нем необходимо... немедленно усомниться.

Итак, слепая вера... Но для слепой веры, родной сестры незнания, настали плохие времена.

Ведь все, что создано вокруг нас... создано не молитвами, а вопреки им. Вот здесь-то и начинается принципиальное различие между религиозной верой и так называемой верой ученого.

Вера и знание

В самом деле, попробуйте задуматься над таким вопросом: что дала человечеству вера в бога?

Где, когда молитва помогла совершить научное открытие или изобретение, разработать конструкцию новой машины, решить ту или иную техническую задачу? Кто видел, чтобы в результате молитвы возникали какие-либо материальные ценности?

Вспомним хотя бы, как на протяжении многих сотен лет человек испытывал жестокую зависимость от явлений погоды. Заморозки, суховеи, засухи неминуемо влекли за собой неурожаи, а вслед за ними и голод. Как часто в наших русских деревнях совершались молебны о погоде, устраивались крестные ходы, но все это, разумеется, не могло помочь людям.

Только наука дала людям реальные средства борьбы с непогодой и во многом уже защитила человека от ее капризов. Она дала ему засухоустойчивые и морозоустойчивые сорта культурных злаков, она вооружила его умением предвидеть явления погоды и даже оказывать непосредственное влияние на некоторые из них. Новая Программа Коммунистической партии Советского Союза поставила перед нашей сельскохозяйственной наукой задачу — в ближайшее время обеспечить обильные урожаи независимо от погодных условий. И мы знаем, что эта задача будет решена, так как многое в этом отношении уже достигнуто.

Мы доверяем науке прежде всего потому, что за ее плечами множество реальных достижений. Оглянитесь вокруг, посмотрите на все, что вас окружает: электричество, радио, телевидение, электровозы, самолеты, комбайны, автомобили, синтетические вещества и многое, многое другое. Разве все это не результат творческого труда человека, не создание его мыслящего

разума, смело познающего законы природы? Разве все это дал человеку господь бог?

А прорыв в космос, прорыв в небо, в те самые небеса, которые извечно были оплотом любой религии! Как совместить это с верой в бога?

Вера пассивна. Она призывает человека к смирению, обещая ему счастье за порогом смерти, она кормит верующих несбыточными надеждами на несуществующий загробный мир.

Таким образом, религиозная вера помимо своей беспочвенности к тому же еще бездейственна и беспомощна.

Другое дело — знание, наука! Наука не только наблюдает и изучает окружающий нас мир, но и активно преобразует его с тем, чтобы улучшить жизнь людей на Земле.

Но защитники религии пытаются утверждать, что практические успехи науки и знания в изучении законов природы и подчинении ее сил еще ничего не доказывают, так как, мол, у науки и религии различные сферы приложения.

В одном из курсов православного богословия прямо записано, что Библия — это не геология, не астрономия и не физика. Она не имеет целью учить человека естествознанию и преследует цели исключительно религиозно-нравственные.

Ну а что, если и в самом деле отвлечься от вопросов общественной практики людей? Не обнаружим ли мы в таком случае, что между верой в бога и верой ученого в научные данные действительно есть нечто общее и, таким образом, справедливость некоторых научных положений, в частности справедливость закона сохранения материи и движения, а следовательно, и представление о вечности вселенной, и в самом деле является вопросом веры?

Ведь всякий истинный ученый и в самом деле верит в результаты своих исследований, в достоверность научных данных вообще.

Вера и уверенность

Но так называемая вера ученого — совсем иная вера. Это уверенность, основанная на точном знании, на реальных фактах, допускающих многократную проверку, на результатах практического использования достижений науки, на многовековом опыте всего человечества.

«Изучайте, сопоставляйте, накопляйте факты,— говорил великий русский физиолог Иван Петрович Павлов.— Как ни совершенно крыло птицы, оно никогда не могло бы поднять ее ввысь, не опираясь на воздух. Факты — это воздух ученого. Без

них вы никогда не сможете взлететь. Без них ваши «теории» — пустые потуги».

Реальные факты, факты, добытые в результате изучения окружающего нас мира, многократно проверенные,— вот на что опирается наука, вот на чем основана уверенность ученого.

Религиозная же вера не имеет ничего общего с фактами, с точным знанием, она покоится на всевозможных догматах и «откровениях», содержащихся в так называемых священных книгах.

«Суеверие — есть уверенность, на знании не основанная»,— писал великий русский ученый Дмитрий Иванович Менделеев.

— Верь и не сомневайся,— говорят своей пастве защитники религии. Но говорят так не от хорошей жизни, а потому, что не имеют возможности говорить иначе. Ведь не существует и никогда не существовало ни одного реального факта, который бы подтвердил правильность религиозных представлений о мире.

Уверенность же ученого основывается прежде всего на практических применениях науки. Практика, многовековой опыт человечества — вот лучшее доказательство того, что данные науки не выдумка, не спекуляция, а действительное отражение окружающего нас мира. Практические достижения наука наглядны и убедительны. Можно не разбираться в тонкостях теоретической физики и теории строения вещества, но можно ли сомневаться в их реальности, если работает атомная электростанция, если по Северному морскому пути ведет караваны судов атомный ледокол?

Даже самые сложные и отвлеченные разделы науки приобретают в глазах людей полную убедительность, как только они получают практическое применение.

Можно не знать законов движения небесных тел, но можно ли усомниться в правильности научных представлений о строении мира, наблюдая собственными глазами полет искусственных спутников Земли или слушая рассказ первых космонавтов об их полетах по космическим трассам?

Реальные достижения науки — лучший агитатор в пользу научного мировоззрения.

Защитники религии утверждают, что их вера не требует никаких доказательств, не нуждается в них. Это в своем роде логично: на то и вера — хочешь верь, хочешь не верь. Тем самым богословы в известной степени предоставляют верующему свободу выбора. Это обстоятельство подтверждается всей церковно-религиозной практикой, наглядно демонстрирующей

полную возможность одновременной веры разных людей в совершенно различные религиозные истины. Известно также множество случаев, когда верующие переходят из одной религии в другую и начинают верить в то, что прежде они с такой убежденностью отрицали.

Уверенность же ученого является формой проявления необходимости. Ученый, вставший перед реальным фактом, не имеет свободы выбора — верить ему в этот факт или не верить. Факт все равно остается фактом, несмотря ни на что!

И если между учеными и возникают по временам разногласия по поводу отдельных научных положений, то они рано или поздно разрешаются в ходе дальнейшего развития науки. И разрешаются потому, что обнаруживаются новые реальные факты, которые уже не допускают различных толкований вопроса и решают его вполне определенным, однозначным образом.

Так, например, было время, когда одни ученые считали атомы неделимыми, а другие утверждали, что и атом должен иметь сложное строение. Представители каждой из этих точек зрения отстаивали свое мнение, но подобные разногласия продолжались только до тех пор, пока не было точно установлено, что атом состоит из сложного ядра и движущихся вокруг него электронов. Конечно, можно и теперь продолжать придерживаться прежней точки зрения, но это будет просто бессмысленно и строение атома от этого, конечно, не изменится.

Все это свидетельствует о том, что уверенность ученого — это не пустой звук, не мистическая вера фанатика.

Защищая недоказуемость своей веры, богословы в то же время понимают, что она тем самым сильно проигрывает в убедительности по сравнению с наукой. И они, без сомнения, с легким сердцем отказались бы от рассуждений о слепой вере, если бы располагали прямыми доказательствами существования бога, способными убедить верующих в истинности их веры, в справедливости религиозных догм. Об этом говорит хотя бы тот факт, что для убеждения верующих представители церкви не брезгают различными суррогатами. Я имею в виду так называемые чудеса.

Чудо как доказательство бога

Чудо — вот способ, с помощью которого можно было бы убедить верующих в существовании бога.

Одна только беда: чудес в природе не бывает... Приходится фабриковать их искусственным путем...

Описаниями всевозможных чудес полны различные религи-

озные книги. Но одних описаний подобных чудес недостаточно. Чудо должно быть наглядным и убедительным. Особенно широко поставлено дело фабрикации чудес у современной католической церкви. В Италии, например, чудеса даже рекламируются в газетах, о них объявляется заранее, как о цирковых аттракционах. А для осуществления чудес используются новейшие достижения науки, вплоть до электроники и кибернетики!

В современной религиозной пропаганде применяются и радиоусилительная техника, и световые эффекты, и демонстрация диапозитивов,— одним словом, разнообразные достижения науки.

Имеются чудеса и у нашей православной церкви. Правда, здесь они носят более традиционный характер — это всевозможные «святые мощи», вечно свежая «святая вода», «кровоточащие» и «самообновляющиеся» иконы и т. п. Сегодня вряд ли все это может произвести впечатление на подавляющую часть верующих. Наука же буквально на каждом шагу осуществляет подлинные чудеса, с которыми не идут ни в какое сравнение не только чудеса, демонстрируемые верующим, но даже и те мифические чудеса, которые описаны в священных книгах.

Достаточно вспомнить хотя бы искусственное воздействие на явления погоды: рассеивание облаков и туманов или управление энергией, добываемой из атомов.

Видимо, понимая все это, православные богословы пытаются подойти к вопросу о чудесах с несколько «новой» стороны.

«Что такое чудо? — говорят они верующим в своих проповедях.— Если бы я, скажем, взял малую часть глины и песку, воды, воздуха, тепла и света и еще кое-что, смешал бы все это и получилась бы малина. Потом сделал бы комбинацию из этих же предметов и получил виноград, яблоки, орехи. Далее, из этой же земли, воды и прочего я сделал бы вам пшеницу, цветы, деревья,— одним словом, все, что вам угодно. Если бы я это сделал, то все считали бы меня великим чудотворцем, а мои действия необычайными чудесами. А между тем чудеса постоянно творятся вокруг нас. И если мы их не замечаем, то только потому, что их слишком много и что мы очень невнимательны и рассеянны. Если бы мы были духовно просвещены, то перед каждой травинкой, перед каждым цветком, не говоря уже о более грандиозных явлениях, останавливались бы с удивлением и благоговением, как перед удивительным, чудесным явлением, как перед мудрейшим произведением творца».

Таким образом, совет сводится к следующему: хотите чудес — пожалуйста, они везде и во всем, только смотрите лучше вокруг.

Можно ли верить науке!

Стараясь «примирить» научное и религиозное мировоззрения, богословы в то же самое время стремятся подорвать в глазах верующих авторитет науки, увести верующего с почвы реальных фактов в область отвлеченных богословских рассуждений и создать видимость, будто бы религия обладает в сравнении с нею целым рядом существенных преимуществ.

Ход их рассуждений примерно таков: и наука и религия стремятся к обладанию истиной. Но, в то время как научные выводы добываются самим человеком, путем всякого рода исследований и изысканий, религиозные истины дарованы самим богом, через избранных людей.

Принятые наукой истины в силу новых открытий или совершенно теряют свое значение, или же существенно изменяются. Истины же христианской веры неизменны, абсолютны, вечны. Мы не можем к ним что-либо прибавить или убавить. Верующий человек не отрекается от истин своей веры, если бы даже они и не совпадали с выводами науки.

Не верьте науке, призывают богословы, ее утверждения постоянно меняются. Только в религии вы найдете вечное, неизменное. Только вера в бога поможет вам ощутить всю духовную сладость от сознания, что вы владеете абсолютными, вечными, спасительными истинами.

Один из бывших крупных деятелей русской православной церкви — Осипов, ныне порвавший с религией, в одной из своих статей рассказывает о том, как руководитель Ленинградской духовной академии в беседе с ним бросил однажды примерно такую фразу: стоит ли читать статьи о науке, ведь в науке никогда ничего не известно точно — всегда все меняется...

На первый взгляд может показаться, что защитники религии в какой-то степени правы.

Мы уже приводили примеры того, как многие научные представления с течением времени действительно претерпевали весьма существенные изменения.

Так, всего несколько лет назад считалось, что Луна — давно остывшее, «мертвое» небесное тело. Но данные современной астрономии заставляют нас отказаться от подобной точки зрения и признать, что в недрах нашего естественного спутника до сих пор протекают вулканические процессы.

Подобных примеров можно было бы привести великое мно-

жество. Не говорит ли это о правоте богословов, утверждающих, что науке «нет доверия»?

По лестнице познания

Чтобы разобраться в этом, посмотрим, как формируются научные взгляды, как совершаются научные открытия.

Путь к познанию научной истины обычно начинается с накопления новых фактов. Ученый ничего не изобретает, ничего не придумывает, он просто наблюдает природу такой, какая она есть. На первых порах имеющиеся в его распоряжении факты еще не допускают научного объяснения, их причины еще остаются неизвестными.

Но как только подобные факты накапливаются в достаточном количестве, появляется возможность выдвинуть первую гипотезу.

Такая гипотеза, как правило, не претендует на то, чтобы ее считали непогрешимой истиной, не допускающей никаких дальнейших исправлений. Это скорее лишь инструмент научного исследования, который позволяет объединить разрозненные факты единой точкой зрения и благодаря этому успешнее двигаться дальше. На основании гипотезы ученый намечает путь дальнейших наблюдений, дальнейших экспериментальных исследований, разрабатывает способы изучения новых, неизвестных ранее явлений, предсказанных гипотезой.

Таким образом, с созданием первой гипотезы процесс научного исследования не заканчивается, а только начинается. В ходе дальнейшего развития науки обычно обнаруживаются новые факты, которые либо не могут быть объяснены первой гипотезой, либо даже ей противоречат. В таких случаях приходится пересматривать установившиеся представления или вовсе от них отказываться. В результате возникает новая гипотеза, одинаково хорошо объясняющая все факты, как старые, так и новые.

От гипотезы к теории

Таким образом, научная гипотеза, способствуя развитию науки и открытию новых фактов, на определенном этапе может прийти с некоторыми из них в противоречие, и тогда должна возникнуть новая гипотеза, представляющая собой очередной шаг в познании природы. Правильные в своей основе гипотезы в конце концов развиваются в научные теории, которые с единой точки зрения объясняют большое число фактов, вскрывают не только качественные, но и количественные закономерности изучаемых процессов и явлений.

Таков диалектический ход научного познания объективного

мира. Подчеркивая это, Ф. Энгельс указывал, что гипотеза представляет собой форму развития естествознания.

В свое время, пытаясь объяснить природу световых явлений, знаменитый физик Исаак Ньютон разработал так называемую корпускулярную теорию света, согласно которой все светящиеся тела испускают множество светящихся частиц — корпускул.

Гипотеза Ньютона хорошо объясняла законы отражения и преломления света, но не могла, например, объяснить изменение направления световых лучей при прохождении через узкое отверстие.

Это явление получило свое истолкование в более совершенной гипотезе, разработанной Гюйгенсом и Френелем, гипотезе, согласно которой свет представляет собой колебания эфира — особой среды, заполняющей все мировое пространство.

Но вскоре выяснилось, что в световых волнах колебания происходят перпендикулярно к направлению распространения волны. Такие волны, называемые поперечными, могут распространяться только в твердых телах. Поэтому от гипотезы эфира пришлось отказаться.

Решение вопроса было найдено в трудах Максвелла и Лоренца, разработавших электромагнитную теорию света. Однако и эта теория не была окончательной. Как мы уже говорили, выдающийся русский физик Лебедев обнаружил, что свет способен производить давление на различные тела. Это открытие и некоторые другие новые факты привели к еще одному очередному пересмотру представлений о природе света.

Новая теория была построена с учетом современных научных данных о строении вещества. Световой луч состоит из порций излучения — фотонов, или квантов, которые как бы одновременно являются и частицами и волнами.

Современная квантово-волновая теория света не есть, конечно, истина в последней инстанции. По мере развития науки наши знания о природе света и дальше будут углубляться и совершенствоваться.

Диалектический ход развития науки можно хорошо проследить и на примере развития представлений о строении атома.

Еще в конце 80-х годов прошлого столетия на основании целого ряда экспериментальных данных было установлено, что во всех без исключения атомах должны содержаться электрические заряды. Исходя из этого, Томсон предложил первую модель атома: атом — это шарик, по всему объему которого равномерно распределены вещество и заряд.

Но очень скоро томсоновские представления о строении

атома пришли в противоречие с опытом. Знаменитый английский физик Резерфорд осуществил ряд экспериментов по рассеянию альфа-частиц, то есть ядер атомов гелия, при их прохождении через тонкие металлические пластинки. При этом обнаружилось, что атом должен состоять из маленького ядра, в котором сосредоточены весь положительный заряд атома и почти вся его масса, и электронов, движущихся вокруг ядра на расстояниях, сравнимых с размерами самого атома. Развитие этих представлений привело к представлению о том, что атомы подобны планетным системам.

Однако дальнейшее показало, что и эта модель является лишь очередным приближением к истине. Обнаружился ряд фактов, противоречащих планетарным представлениям. В частности, согласно законам классической физики электрон, обращающийся вокруг ядра, должен излучать электромагнитные волны и вследствие этого через какие-то доли секунды упасть на ядро. В действительности же атомы представляют собой весьма устойчивые образования. Все это означало, что представления обычной физики нельзя механически переносить на микроявления. Классические представления сослужили немалую службу для понимания строения атома, но в целом они оказались несостоятельными.

Следующий шаг был сделан в 1913 году знаменитым датским физиком Нильсом Бором. Бор высказал предположение, что для электронов в атомах существуют лишь некоторые «избранные» орбиты, соответствующие определенным уровням энергии. Двигаясь по этим орбитам, электроны не излучают; излучение происходит лишь при переходе с одной орбиты на другую. При этом энергия выделяется строго определенными порциями.

Теория Бора, в свою очередь, не могла объяснить всех закономерностей микромира. Тогда родилась новая наука, квантовая механика, вскрывшая глубокие своеобразные закономерности, присущие микропроцессам. Но и квантовая механика не в состоянии дать объяснение некоторым явлениям, происходящим в мире атомных ядер и элементарных частиц. Эти явления, вероятно, получат со временем свое истолкование в еще более общей теории.

Наука непрерывно развивается. Одни научные представления сменяются другими, более точными. При этом каждая гипотеза неразрывно связана с господствующими научными представлениями данной эпохи и, естественно, ограничена уровнем развития знаний своего времени, который, в свою очередь, связан с уровнем развития производительных сил.

Так, корпускулярная гипотеза Ньютона была развита под влиянием блестящих успехов механики, в эпоху господства механистических представлений о природе.

И хотя в ходе развития естествознания одна гипотеза сменяет другую, в каждой из них содержится определенное рациональное зерно. Корпускулярная гипотеза Ньютона о природе света в целом оказалась несостоятельной, но многое из нее вошло и в современные представления о природе света. То же самое можно сказать и о волновой гипотезе Гюйгенса.

Развитие науки напоминает подъем по лестнице, ступенька за ступенькой. Можно иногда перескочить через одну-две ступеньки, можно задержаться на одной из них, но, прежде чем добраться до верхней, так или иначе придется использовать некоторое число нижних.

Да, в процессе развития человеческих знаний многие научные положения, гипотезы, теории действительно изменяют свой вид. Но в этом состоит не слабость науки, а ее величайшая сила. Наука никогда не стоит на месте, она непрерывно движется вперед, смело отметая устаревшие, обветшалые представления, открывая новые законы и закономерности. Это позволяет человеку подчинить себе новые и новые силы природы, ставить их себе на службу.

Если бы наука никогда не пересматривала своих положений, она стояла бы на месте и мы до сих пор считали бы атомы неделимыми шариками, свет — потоками твердых корпускул, а Землю — центром вселенной. И не было бы у нас ни атомной энергии, ни радиотехники, ни ракет и искусственных спутников Земли.

Ничего этого религия с ее «боговдохновенными» абсолютными истинами дать человеку не может. Научные положения ясны, недвусмысленны и в своих практических приложениях доступны пониманию каждого человека.

Религиозные же истины весьма туманны, двусмысленны и допускают всевозможные истолкования. Да иными они и быть не могут, иначе их ошибочность и несостоятельность немедленно стали бы совершенно очевидными. Ведь не случайно же всякое сомнение в справедливости религиозных догм объявляется величайшим грехом.

Но теоретические рассуждения богословов остаются рассуждениями, а жизнь показывает совершенно обратное.

Наука дала человеку власть над природой, вооружила его машинами и механизмами, обеспечила удовлетворение его насущных потребностей.

Что может быть более убедительного?

Любопытно, что, стремясь «примирить» науку и религию, современная православная церковь в то же время болезненно чувствительна к научно-атеистической пропаганде.

Известны, например, случаи, когда на местах священники через подставных лиц скупали в книжных магазинах научно-атеистические брошюры. По свидетельству одного из бывших руководителей Ленинградской духовной академии — А. Осипова, руководство академией запрещало выдавать студентам в библиотеке газеты и журналы, содержащие материалы по научному атеизму.

Утверждение православных богословов, что религиозная вера сродни уверенности ученого, есть не что иное, как самое беззастенчивое искажение фактов, рассчитанное на то, чтобы ввести в заблуждение верующих.

Хотя позиции современных защитников религии крайне противоречивы, по самому существу своему религия всегда была, есть и будет самым заклятым врагом науки.

Всего каких-нибудь 90 лет тому назад Ватиканский собор 1869 года объявил «ложным всякое утверждение, которое противоречит... истине веры».

— Да будет анафема,— говорилось далее,— тем, кто утверждает, что с прогрессом науки можно будет прийти к пониманию учений, установленных церковью, в ином смысле, чем какой церковь им всегда придавала и придает поныне.

Но, ставя религию выше науки, современные богословы в то же время стремятся использовать колоссальный авторитет науки в своих интересах. Они пытаются обосновать с помощью научных данных основные положения религиозного мировоззрения. Недаром современный Ватикан обзавелся даже своей собственной «академией наук», а за лучшее «научное» доказательство существования бога руководством католической церкви учреждена особая премия.

Папа требует научного доказательства бога

В 1958 году папа Пий XII написал по этому вопросу специальный трактат под названием «Доказательства существования бога в свете современной науки».

Вот одно из положений этого трактата: «В бытии бога, столь важном для каждого человека, можно легко убедиться, просто глядя на видимый мир, так что не понять этот голос природы — значит проявить глупость. Это познание бога находит свое подтверждение благодаря углублению и прогрессу научного познания».

Далее там же говорится: «Итак, творение — во времени, и поэтому — творец и, следовательно, бог. Это весть, которую мы, может быть, не совсем ясно и законченно требовали от науки и которую ждет от нее современное человечество».

По мнению папы Пия XII, главная задача, стоящая перед учеными,— показать «на языке чисел, формул и эксперимента бесконечную гармонию всемогущего бога».

Характерным примером такого рода «научных изысканий» является «теория» происхождения звезд, разработанная американским астрофизиком Г. Гамовым. По теории Гамова, все звезды и галактики образовались из первоначального «пламенного» ядра. В научном отношении подобное предположение вызывает ряд серьезных возражений, но дело не только в этом. Научная теория, оказавшаяся несостоятельной, вовсе не обязательно должна приводить к идеалистическим выводам. Однако на этот раз автор «теории» сделал все от него зависящее, чтобы истолковать свою работу в пользу религиозного мировоззрения. Он ставит вопрос о том, что́ предшествовало «великому сжатию» вещества в пламенное ядро, и отвечает: «эра святого Августина». Именно святой Августин, пишет Гамов, «первым поднял вопрос о том, что делал бог до того, как создал небо и Землю».

Поскольку, согласно идеям Гамова, на ранних стадиях «рождения» вселенной основную роль играла радиация, то, по его мнению, вполне можно согласиться с библейским утверждением о том, что «вначале был свет».

Стремление использовать достижения науки в интересах религии, толкуя их для этой цели под соответствующим углом зрения, ярко проявилось и в речи, обращенной тем же Пием XII к делегатам VII конгресса Международного астронавтического союза.

«...Открывается широкая дорога для движения к новому знанию, к новым истинам, которые бог обильно рассеял по всей вселенной,— сказал папа римский.— Человек должен укрепить свое познание самого себя и познание бога, чтобы найти свое место в мире как целом... Все свое творение предложил господь бог человеческому духу постижения, проникновения, дабы человек глубже и глубже понимал бесконечное величие создателя».

Православие и наука

Что касается русской православной церкви, то, хотя ее руководители официально избегают высказываться на подобные темы, тем не менее и они в последние годы стали уделять взаимоотношениям науки и религии серьезное внимание. Среди

православных богословов появились свои «специалисты» по вопросам науки. Стали появляться «учебные пособия» для учащихся духовных семинарий и академий, в которых достижения современной науки трактуются с религиозной точки зрения. Разрабатывались также специальные «тезисы», в которых теоретики православия попытались определить свою позицию по этим вопросам. Как и у католических собратьев, она сводится в основном к стремлению «примирить» науку и религию.

Как и папа римский, православные богословы утверждают, будто бы «достижения науки, изучающей природу, ее выводы и открытия содействуют познанию величия премудрости творца».

В тактических целях современные богословы готовы согласиться с наукой там, где спор с ней не сулит успеха. Это стремление распространяется на целый ряд вопросов, на целый ряд — за исключением одного: вопроса о творении. Здесь защитники религии не могут пойти ни на какие компромиссы, если бы даже они этого и захотели.

«Бог — создатель мира и его строитель. Из ничего он только своей мыслью и своей волей создал мир со всеми его закономерностями»,— утверждается в религиозных книгах. В так называемом первом члене символа веры говорится, что всякий христианин должен верить в единого бога, который сотворил небо и Землю, видимый и невидимый мир.

Отказаться от этих представлений — значит отказаться от самой религии. Это равносильно тому, чтобы разрушить фундамент, на котором покоится здание. Без идеи творения здание религиозного мировоззрения немедленно рухнет и от всей системы религиозных взглядов просто-напросто ничего не останется. А это означает, что идею творения сторонники религии вынуждены защищать до конца, при любых обстоятельствах. А так как вопрос стоит необычайно остро, наивно было бы думать, что богословы не используют для «сопротивления» все возможности.

Таких возможностей существует две.

О первой мы уже говорили: создать впечатление, что в распоряжении науки недостаточно данных, чтобы сделать вывод о вечности вселенной. В частности, подвергается сомнению всеобщность закона сохранения материи и движения. В то же время предпринимаются попытки прямых атак на этот закон.

Второй путь состоит в том, чтобы научно обосновать неизбежность гибели мира, а тем самым и его начала во времени.

4. ЕЩЕ РАЗ О БЕСКОНЕЧНОСТИ ВСЕЛЕННОЙ

Как мы уже видели, защитники религиозного мировоззрения пытаются утверждать, будто бы всеобщий характер закона сохранения материи и движения является вопросом веры, а не знания.

С другой стороны, мы убедились в том, что наука и религия покоятся на совершенно различных основаниях и что не существует решительно ничего общего между уверенностью ученого в справедливости научных данных и слепой верой в религиозные истины. Но возможно ли прямое доказательство тех или иных научных положений, когда речь идет о всей вселенной?

Прежде всего постараемся выяснить, что представляет собой «вся вселенная», или, как иногда говорят, «вселенная в целом». Пожалуй, одним из самых главных ее свойств является бесконечность, и бесконечность не только в пространстве и во времени, но и в целом ряде других отношений.

Вселенная — процесс

Вселенная — это прежде всего процесс. Непрерывное движение, непрестанные переходы материи из одного состояния в другое — вот его характерные свойства. Но главная особенность вселенной — это бесконечное разнообразие — разнообразие форм движения, видов материи, взаимосвязей и даже свойств конкретных объектов. Это обстоятельство подчеркивал В. И. Ленин, отмечая, что «электрон так же *неисчерпаем,* как и атом, природа бесконечна...» [1]

Таким образом, в самом общем смысле бесконечность вселенной следует понимать как невозможность полного исчерпания ее в каком бы то ни было существенном отношении.

Вполне естественно, что возникают трудности при ее изучении, и в особенности при познании тех закономерностей, которые носят всеобщий характер. Это в первую очередь относится к закону сохранения материи и движения.

Всеобщий закон природы

Однако наряду с общим законом сохранения материи и движения известен целый ряд частных законов сохранения, справедливых для различных замкнутых физических систем, то есть систем, полностью изолированных от внешних условий: от

---

[1] *В. И. Ленин.* Соч., т. 14, стр. 249.

внешних сил, внешних влияний, от какого-либо обмена с внешней средой. Справедливость таких частных законов доказывается с абсолютной строгостью не только теоретическими рассуждениями, но и множеством прямых наблюдений и опытов. Действие этих законов обнаруживается буквально на каждом шагу. Многие, вероятно, обращали внимание на то, что когда человек спрыгивает с лодки на берег, то лодка обязательно отплывает на некоторое расстояние в противоположную сторону. Это как раз и есть проявление одного из законов сохранения — закона сохранения центра масс. Этот закон говорит о том, что в замкнутой механической системе, то есть в системе, где действуют одни лишь внутренние силы, положение центра масс в пространстве должно оставаться неизменным. Закон сохранения центра масс лежит, например, в основе реактивного движения. Когда из сопла ракетного двигателя выбрасывается струя раскаленных газов, вместе с ней уносится и часть массы космического корабля. Тем самым центр массы системы «ракета — газы» при каждом выбросе несколько смещается в сторону улетающих газов.

Но согласно закону сохранения центр масс должен оставаться неподвижным. Это условие окажется выполненным только в том случае, если сама ракета переместится на некоторое расстояние в противоположном направлении. В этом и заключается физический смысл реактивного эффекта, позволяющий ракетному двигателю развивать тягу и сообщать космическому кораблю ускорение в условиях безвоздушного космического пространства.

Одним из проявлений этого закона является хорошо всем известный закон равенства действия и противодействия, известный также под названием третьего закона Ньютона.

А вот еще один закон сохранения, с проявлением которого нам приходится встречаться в жизни довольно часто: «Запас вращения замкнутой системы есть величина постоянная». Вы вращаете грузик, закрепленный на конце веревки. Запас вращения этой системы равен произведению массы грузика на скорость его движения и на длину веревки.

Какие следствия вытекают из закона сохранения запаса вращения? Если изменилась одна из трех перечисленных выше величин, то и другие должны «автоматически» измениться таким образом, чтобы их произведение продолжало оставаться тем же самым. Так, если в нашем примере укоротить веревку, вращение грузика сейчас же ускорится.

Подобных примеров можно было бы привести множество.

Ну а как быть в тех случаях, когда наша система не замкнута, когда на нее действуют какие-либо внешние силы?

Ответ довольно прост: надо включить все эти силы в состав нашей системы, и тогда новая, расширенная подобным способом система окажется замкнутой.

Рассмотрим такой пример: Земля и ее искусственный спутник. Эту систему, вообще говоря, нельзя считать замкнутой, так как на движение спутника оказывает заметное влияние притяжение Луны.

Но если рассмотреть расширенную систему «Земля — искусственный спутник — Луна», то в интересующем нас смысле она уже будет замкнутой и, следовательно, для нее окажутся справедливыми все соответствующие законы сохранения...

Но вот снова проявили себя какие-либо силы, внешние теперь уже по отношению к нашей расширенной системе. Тогда придется произвести новое расширение, подключить в нашу систему и их.

Так, в приведенном нами примере теперь придется рассматривать не только Землю с ее спутниками, но всю солнечную систему: Солнце и девять больших планет.

Подобную операцию мы можем повторять много раз подряд. От солнечной системы мы перейдем к Галактике, затем к местной системе галактик, потом к Метагалактике и так далее без конца.

Возникает законный вопрос: не может ли случиться, что, шагая по ступенькам этой бесконечной лестницы, мы в конце концов обнаружим, что закон сохранения материи и движения, справедливый для очередной ступеньки, не имеет места для всей нашей «лестницы» в целом, то есть для бесконечной вселенной.

В обычных науках, изучающих конкретные объекты, мы привыкли иметь дело с непосредственным доказательством тех или иных положений. Эксперимент, наблюдение, наконец, прямое вычисление, прямой математический подсчет либо доказывают справедливость интересующего нас утверждения, либо, наоборот, убеждают нас в его несостоятельности. Совсем иное дело, когда речь идет о всей бесконечной вселенной в целом.

Нас интересует вопрос о всеобщности закона сохранения материи и движения. Однако не приходится ожидать, что эту проблему удастся разрешить элементарным способом и получить доказательства, подобные тем, которыми мы располагаем, к примеру, в геометрии, когда утверждаем, что в прямоугольном треугольнике квадрат гипотенузы равен сумме квадратов катетов. На этот раз только всестороннее изучение всего опыта

естествознания, только самое тщательное сопоставление и анализ всех известных фактов могут привести нас к истине.

К каким же выводам мы приходим, следуя таким путем? Современная наука располагает важными доводами, убедительно свидетельствующими в пользу того, что закон сохранения занимает особое место в ряду известных нам законов природы и что этот закон действительно является всеобщим. Познакомимся с некоторыми из этих соображений.

Хорошо известно, что большинство законов природы носит ограниченный характер. Каждый из них обладает определенными границами применимости, за пределами которых он либо уже не оказывает существенного влияния на характер течения явлений, либо вообще не имеет места. Так, законы классической механики, управляющие движением тел в обычных условиях, оказались неприменимыми ни к микрочастицам, ни к движению любых объектов со скоростями, близкими к скорости света. Даже такой закон, как закон всемирного тяготения, как мы уже знаем, не играет сколько-нибудь существенной роли внутри атомного ядра, где характер взаимодействия частиц определяется совсем другими силами. Такое положение дел в известной степени напоминает юридические законы, действующие на территории какого-либо государства и теряющие свою силу за его пределами. Однако закон сохранения — заметное исключение из этого правила.

Прежде всего, мы не знаем ни одного такого случая, когда закон сохранения материи и движения в его наиболее общем виде нарушался бы, будь то микромир или бескрайний космос.

Кроме того, у закона сохранения есть еще одна особенность, которая существенно отличает его от всех других законов природы. Какую бы область явлений мы ни взяли, мы всегда и везде столкнемся с той или иной конкретной формой проявления этого закона. Закон сохранения вещества, закон сохранения энергии, закон сохранения центра масс, закон сохранения запаса вращения, закон сохранения электрического заряда — вот далеко не полный перечень известных современной науке законов сохранения, действующих в тех или иных конкретных условиях. Это убедительно свидетельствует о том, что *сохранение* является не просто одной из рядовых закономерностей, действующих в природе, а неотъемлемым *свойством материи*. Это дает нам вполне достаточные основания для утверждения о всеобщности закона сохранения и справедливости его по отношению ко всей бесконечной вселенной.

В пользу такого заключения свидетельствует еще один весьма знаменательный факт. Наукой установлено, что весьма большое число различных закономерностей может быть теоретически выведено на основе знания закона сохранения. Так, например, законы движения планет вокруг Солнца, известные под названием законов Кеплера, могут быть получены чисто математическим путем из основных законов механики и закона сохранения энергии.

В физике закон сохранения служит могучим орудием научного исследования, позволяющим разобраться в самых сложных явлениях. Его применение никогда не подводило ученых и позволило осуществить ряд блестящих научных предвидений.

Вот один из наиболее ярких примеров. Около 30 лет тому назад, изучая процессы радиоактивного распада, физики установили, что нейтрон может самопроизвольно распадаться на протон и электрон. Однако при этом обнаружилось явное несоответствие с законом сохранения энергии. В ряде случаев общей энергии продуктов реакции недоставало по сравнению с теоретическими подсчетами.

Куда же могла она исчезать?

Этим вопросом заинтересовался известный швейцарский физик Вольфганг Паули. Предположение о возможном «бесследном» исчезновении энергии было отброшено сразу. Закон сохранения энергии, рассуждал ученый, не может не выполняться. Значит, энергию, которая кажется нам исчезнувшей, в действительности уносит с собой какой-то материальный носитель — неизвестная еще частица. Таинственная частица неуловима, ее никак не удается обнаружить? Что же из этого? Это лишь означает, что она чрезвычайно мала и не должна иметь электрического заряда. И хотя новую частицу долгое время не удавалось обнаружить, вера физиков в справедливость закона сохранения была столь велика, что они ни на минуту не сомневались в ее существовании.

Дальнейшие исследования в области радиоактивного распада подтвердили предположение Паули. В настоящее время эта частица, нейтрино, получила вполне законную «прописку» в таблице элементарных частиц: факт ее существования подтвержден экспериментом.

Есть веские основания предполагать, что вообще все основные законы природы могут быть выведены из закона сохранения. Все это, вместе взятое, прямо свидетельствует об универсальном характере закона сохранения материи и движения.

Следовательно, когда материалистическая наука утверждает, что вселенная бесконечна во времени, и связывает подобную точку зрения с законом сохранения материи и движения, она основывает свои выводы не на вере, а на совершенно реальных, фактических основаниях.

5. ОНИ ИДУТ В АТАКУ!

Оставляя в стороне вопрос о бесконечности вселенной, богословы предпринимают прямую атаку на закон сохранения. На этот раз речь идет уже не о «вере» материалистов в этот закон; богословы стараются доказать, что он не только не является абсолютным, но просто-напросто нарушается чуть ли не на каждом шагу.

С этой целью прежде всего используются некоторые теоретические построения, называемые моделями вселенной.

Познание и модель

Чтобы точно рассчитать, например, движение спутника Земли, надо знать, как распределяются массы вещества в недрах нашей планеты. Не имея возможности учесть этого распределения, мы на первых порах принимаем Землю за однородное тело, то есть целиком состоящее из одного и того же вещества. Рассчитав движение спутников в рамках этой приближенной модели, мы получаем возможность учесть в дальнейшем более тонкие эффекты и по фактическим отклонениям движения спутников от вычисленных нами орбит судить о внутреннем строении земного шара.

Построение приближенных моделей тех или иных явлений служит инструментом научного исследования, оно помогает нам в познании окружающего мира. Однако модель не может быть построена как угодно, по произволу ученого, она должна отвечать некоторым определенным условиям.

Прежде всего, модель должна покоиться на реальных фактах. Нельзя, например, строить модель Земли исходя, в первом приближении, из того, что наша планета имеет форму, допустим, куба или пирамиды, ибо результаты, которые мы получим, применяя такую модель, заведомо окажутся не соответствующими действительности. Но и этого мало. Выводы, полученные с помощью модели, должны обязательно проверяться или на опыте, или путем сравнения с реальностью.

Какими бы абстрактными ни казались нам математические конструкции, они всегда, хотя бы в некоторой степени, отра-

жают какие-то реальные отношения, существующие в природе. Достаточно вспомнить на первый взгляд поразительные, а на самом деле вполне закономерные случаи, когда развитые чисто логическим путем отвлеченные математические теории впоследствии неожиданно находили себе прямые практические приложения. Так случилось с неэвклидовыми геометриями, нашедшими применение в теории относительности, с математической логикой, ставшей теоретической основой современной кибернетики.

Но никогда не следует забывать, что любая модель есть всего-навсего математическое построение, не больше. Между тем математическая абстракция способна завести нас весьма далеко, особенно в тех случаях, когда наши исходные положения ложны.

В знаменитой книге Хаусдорфа «Теория множеств» автор в подстрочном примечании приводит необычную теорему: «Если дважды два — пять, то существуют ведьмы». Тем самым автор подчеркивает, что ложные посылки могут привести к «доказательству» любой чепухи.

Математика — могучий инструмент научного исследования, но им надо пользоваться умело. Замечательный ученый академик А. Н. Крылов часто говорил, что математика — это мельница, которой все равно, что молоть. Эту мельницу надо умело «загружать», а получаемой «продукцией» пользоваться осмотрительно. И во всяком случае, ни при каких условиях нельзя отождествлять само явление с его моделью, нельзя приписывать природе все те свойства, которыми обладает модель. Ведь модель — это не само явление, а только более или менее точная его копия, не сама природа, а лишь инструмент ее познания.

«Идеальная потребность математика весьма далека от того, чтобы быть принудительным законом для реального мира» [1],— подчеркивал Ф. Энгельс в «Анти-Дюринге».

Все эти требования, справедливые в отношении всякой модели, становятся более серьезными, когда речь идет о моделях вселенной.

Модели вселенной

Еще в прошлом столетии многие физики и математики мечтали о том, чтобы описать вселенную «одной математической формулой». Разумеется, подобным надеждам не суждено сбыться: ни одна математическая конструкция, какой бы совершенной она ни была, не способна отразить вселенную во всем ее бесконечном многообразии.

[1] *К. Маркс* и *Ф. Энгельс*. Соч., т. 20, стр. 51.

Тем не менее попытки построения моделей вселенной продолжаются и в наше время. Более того, моделирование вселенной является одним из модных направлений в современной буржуазной науке. В этом не было бы еще ничего плохого, если бы авторами большинства построений подобного рода не являлись ученые, придерживающиеся откровенно идеалистических точек зрения. Нельзя сказать, чтобы при разработке моделей вселенной эти ученые совершенно игнорировали известные науке факты, однако в своих исследованиях они в большинстве случаев заботятся не столько об экспериментальном обосновании и проверке своих теорий, сколько об их внутренней непротиворечивости.

В основу моделей кладутся так называемые «принципы», которые принимаются за исходные истины. Построение же теории осуществляется путем их дальнейшего развития, с помощью чисто логических рассуждений. С того момента, когда исходные положения сформулированы, вся остальная теория должна удовлетворять одному-единственному требованию: им не противоречить.

Так, например, в одной из моделей вселенной ее авторы исходят из того, что вселенная должна быть однородной и обладать одинаковыми свойствами и одинаковым «поведением» в любых направлениях. Если даже относить подобную модель не ко всей вселенной в целом, а только к нашей Метагалактике, то и в этом случае бросается в глаза ее явный схематизм и упрощенность. Требование однородности пространства предполагает равномерное распределение вещества во вселенной, в то время как в реальном мире имеются «сгустки» вещества — звезды, группирующиеся в галактики, которые, в свою очередь, группируются в скопления.

Это очевидное расхождение между моделью и реальной действительностью свидетельствует о том, что данная модель не может служить точной картиной мира.

В зарубежной космологии, науке о строении вселенной, существует тенденция рассматривать теоретические модели как окончательное решение проблемы. При этом свойства упрощенных моделей приписываются природе, а сами модели принимаются за изображение всей реальной вселенной в целом.

Моделирование вселенной является той областью знания, где особенно хорошо можно видеть, каким образом современные идеализм и религия паразитируют на сложных вопросах науки. Все совершается по довольно простому плану: придумать искусственную модель, навязать ее природе, а потом, ссылаясь на

нее же, доказывать существование бога, конечность пространства, ограниченность существования во времени и т. п. Операциям такого рода в большинстве случаев способствуют многие буржуазные ученые, авторы моделей.

Особенно благодарную пищу для атак на материализм дают те модели вселенной, которые исходят из постулатов, введенных авторами без особой заботы о том, насколько эти постулаты соответствуют природе.

В качестве такого постулата известный астроном Милн, автор книги «Христианская идея бога», в своей теории выдвигает, например, утверждение о равномерном распределении галактик в пространстве. Вместе с тем он совершенно голословно отвергает общую теорию относительности. Милна мало интересует, соответствуют ли его постулаты объективной реальности. Обращаясь к своим критикам, он заявил, что согласен выслушивать только те замечания, которые относятся к чисто математической стороне его теории.

В работах Бонди и Голда, а также Хойла в основу положен так называемый «совершенный космологический принцип». Этот принцип состоит в требовании неизменяемости картины мира. Другими словами, утверждается, что, в какую бы эпоху мы ни созерцали картину мира, она всегда и везде должна выглядеть в общих чертах одинаково.

Совмещая этот произвольный постулат с данными астрономических наблюдений, авторы указанных моделей приходят к выводу, что в природе происходит непрерывное возобновление материи: в каждом кубическом дециметре пространства в течение миллиарда лет рождается из ничего один атом водорода.

Другими словами, это означает, что в каждом кубе со стороной в 160 километров ежесекундно происходит возникновение одного водородного атома. При этом «нужно отчетливо понимать,— подчеркивает Бонди,— что рассматриваемое творение есть формирование вещества не из излучения, а из ничего».

В другой космологической модели, развиваемой Иорданом, получается, что масса вселенной непрерывно возрастает за счет творения нового вещества в форме «сверхновых» звезд. По расчетам Иордана, ежегодно в каждой галактике рождается из ничего одна звезда.

Что это, как не попытки отрицания закона сохранения материи и движения?

Разумеется, подобные выводы ничего не стоят, ибо они получены в результате применения произвольных исходных посылок, то есть тем самым методом, который высмеял Хаусдорф в

своей «теореме» о ведьмах. И тем не менее подобные спекуляции дают возможность защитникам идеализма и религии использовать модели вселенной в качестве оружия против материализма.

Ценность теоретических моделей вселенной состоит в том, что, несмотря на всю свою условность и схематичность и даже несмотря на идеализм их авторов, они все же дают возможность осветить некоторые стороны окружающего нас мира, прояснить некоторые отношения и зависимости. Но и только. Ни одна из них не может претендовать на роль точного «слепка» вселенной. Об этом говорит хотя бы тот факт, что с одинаковым успехом могут быть построены логически непротиворечивые модели, обладающие прямо противоположными свойствами. Так, например, оказалось возможным построение модели мира, который возникает из ничего и в котором в дальнейшем выполняется закон сохранения материи и движения, в то время как у Бонди, наоборот, вселенная существует вечно, но в ней постоянно происходит творение материи. Уже сама возможность равноправного существования столь противоречивых моделей наглядно свидетельствует об их условной ценности.

Лучшим доказательством того, что моделирование является лишь разведкой, так сказать, глубоким зондированием вселенной, является отношение к подобным теориям их собственных авторов.

Несколько лет назад в Москве происходил Всемирный съезд астрономов, на котором в числе других делегатов присутствовал и Бонди. В одном из докладов, представленных советскими учеными, излагалась точка зрения, прямо противоречащая построениям Бонди. Тем не менее он не только не вступил с ней в спор, но весьма заинтересовался и в дальнейшем продолжал поддерживать переписку с советским автором, с большим вниманием и сочувствием следя за развитием его теории.

Вторая линия атак на закон сохранения материи непосредственно связана со знаменитым принципом эквивалентности массы и энергии, сформулированным в свое время Альбертом Эйнштейном и легшим затем в основу современной атомной физики.

Материя и энергия

Согласно этому принципу полное количество энергии, содержащейся в некотором количестве материи, равно произведению массы этой материи на квадрат скорости света. Математически принцип эквивалентности может быть выражен простой математической формулой:

$$E = mc^2,$$

где E — энергия, m — масса и c — скорость света в пустоте.

Пользуясь этой формулой, можно подсчитать, что полное количество энергии, содержащейся в одном килограмме любого вещества, составляет огромную величину, равную 25 миллиардам киловатт-часов.

В топках современной тепловой электростанции ежедневно сжигаются тысячи тонн каменного угля. Но если бы удалось выделить полную энергию, заключенную всего лишь в одном килограмме топлива, это заменило бы непрерывную работу Куйбышевской ГЭС на протяжении примерно 17 месяцев.

Автомашина «Волга» расходует на каждые 100 километров пути около 12 литров бензина. В то же время полная энергия, заключенная в одном литре этого топлива, могла бы безостановочно двигать «Волгу» в течение... 50 тысяч лет!

Куда «исчезает» масса!

Но формула Эйнштейна свидетельствует не только о колоссальных запасах энергии, содержащейся в веществе. Из этой формулы следует, что энергия «весит». В самом деле, если полная энергия тела пропорциональна его массе, то, очевидно, расход энергии должен быть связан с уменьшением массы. Подсчеты показывают, что каждая калория энергии соответствует массе 0,000000000000046 грамма. Это означает, что если тонна воды остывает от 100 градусов С до 0 градусов С, то ее масса уменьшается на 0,0000047 миллиграмма. Солнце ежесекундно излучает поток энергии, равный $88 : 10^{24}$ калорий. Этому соответствует ежесекундная потеря нашим дневным светилом свыше 4 000 000 тонн массы.

Аналогичное явление наблюдается и при химических реакциях, протекающих с выделением тепла. Например, при соединении 2 граммов водорода и 16 граммов кислорода, в результате которого образуется вода, выделяется 68 000 калорий энергии. Благодаря этому масса воды оказывается меньше суммы масс вступающих в реакцию веществ на три миллиардных доли грамма. Подобный же дефект массы имеет место и при ядерных взаимодействиях. В обычной жизни мы привыкли к тому, что в результате сложения всегда получается величина, равная сумме слагаемых. Но вот происходит ядерная реакция. Ядро атома водорода — протон, объединяясь с ядром атома лития, образует два ядра атомов гелия, как говорят физики, две альфа-частицы. Масса протона составляет 1,00812, масса ядра лития — 7,01822, а альфа-частицы — 4,00390. Сложив два первых числа, мы получим 8,02634. Между тем общая масса двух альфа-частиц составляет только 8,00780. Таким образом, налицо дефект массы, равный 0,01854 массовой единицы, что соответствует выделению

определенного количества энергии. Кстати сказать, именно это обстоятельство и открывает возможность использования энергии ядерного синтеза, то есть энергии, выделяющейся при слиянии легких ядер. Именно такую природу имеет энергия, выделяющаяся при термоядерных реакциях.

То же самое происходит и при делении атомных ядер тяжелых химических элементов, например урана. В этом случае общая масса осколков оказывается меньше массы разделившегося ядра. И на этот раз часть массы «исчезает», а взамен выделяется некоторое количество энергии.

Основываясь на этих фактах, религиозные теоретики утверждают, что материя превращается в энергию, а следовательно, исчезает, поскольку энергия не обладает ни массой, ни инерцией, ни каким-либо другим свойством, характерным для материи. А раз материя исчезает, значит, и закон сохранения не имеет места.

Однако в действительности подобный вывод основан на незаконном жонглировании физическими понятиями и терминами. Прежде всего, энергия — это свойство материи. С другой стороны, не может превратиться в энергию и масса, которая также является одним из свойств материи.

Но куда же в таком случае все-таки девается «исчезнувшая» масса?

Чтобы ответить на этот вопрос, мы должны познакомиться еще с одним важным выводом теории относительности, обнаружившей, что масса любого тела непосредственно зависит от состояния его движения. Оказалось, что с увеличением скорости масса тела растет. Чем выше скорость движущегося тела, тем больше его масса. Таким образом, необходимо различать массу покоя и массу движения, или, как ее называют физики, релятивистскую массу. Существуют объекты, у которых масса покоя вовсе отсутствует, например фотоны или нейтрино. Эти частицы всегда мчатся со скоростью света.

А теперь вернемся к реакции объединения ядер атомов лития и водорода, в результате которой образуются альфа-частицы. Как мы уже говорили, суммарная масса продуктов этой реакции меньше общей массы вступающих в нее частиц. Но все дело в том, что при таком подсчете принимается во внимание масса *покоя* ядер атомов гелия. Между тем образующиеся альфа-частицы движутся со скоростью 20 400 километров в секунду, и, следовательно, их действительная масса, в данном случае релятивистская масса, несколько больше. Подсчет показывает, что соответствующее указанной скорости увеличение

массы каждой альфа-частицы составляет 0,00927 единицы. Теперь читатель может легко проверить, что с учетом релятивистского эффекта дефект массы полностью устраняется.

Таким образом, закона сохранения массы покоя не существует, а имеет место более общий закон сохранения релятивистской массы, который выполняется при любых взаимодействиях.

А что же происходит с энергией, выделяющейся в соответствии с формулой Эйнштейна?

Ведь она не может существовать сама по себе; как мы знаем, энергия должна иметь своего материального носителя. Так, энергия, выделяющаяся при делении ядра урана, представляет собой не что иное, как энергию движения разлетающихся осколков. Именно эта энергия и превращается в тепло в современных ядерных реакторах, а затем приводит в действие силовые установки.

Что же касается реакции ядерного синтеза, то она связана с переходом некоторой части вещества в различного рода излучения, которые также представляют собой одну из форм существования материи и частицы которых — кванты или фотоны — обладают релятивистской массой. При этом внутренняя энергия вступающих в реакцию ядер переходит в энергию движения возникающих материальных образований.

Но как же понимать в таком случае формулу Эйнштейна, как объяснить тот факт, что в ней поставлен знак равенства между энергией и массой?

В физике все математические формулы выражают только количественные отношения между реальными величинами, и ничего больше.

Точно так же обстоит дело и с равенством в формуле Эйнштейна. Оно говорит лишь о том, что в данном материальном процессе происходит переход энергии из одного состояния в другое. Это значит, что знак равенства в соотношении эквивалентности следует понимать как знак количественного, а вовсе не качественного тождества.

Таким образом, несмотря на закон Эйнштейна и существование дефекта массы, никакого исчезновения массы, а тем более материи или превращения их в энергию не происходит. Попытки атаковать закон сохранения с этой стороны также оказываются несостоятельными.

Куда идет вселенная?

Итак, старания защитников идеализма и религии поколебать закон сохранения не приносят успеха. Но это вовсе не означает, что все способы «научного обоснования» творения и грядущей гибели мира тем самым оказываются исчерпанными. Защитники религии пытаются обосновать неизбежность гибели мира и вне видимой связи с законом сохранения.

Эти попытки, как правило, связаны с незаконным применением некоторых положений обычной физики к мегакосмосу, ко всей вселенной. Возможность подобных спекулятивных маневров связана с тем, что процесс научного познания в астрономии чрезвычайно сложен. Космические тела находятся от нас на колоссальных расстояниях, а космические процессы в большинстве случаев необычайно длительны. Кроме того, в астрономических исследованиях пока еще невозможна широкая экспериментальная проверка различных гипотез и предположений, а в ряде случаев сильно затруднена даже наблюдательная. Изучаемые астрономией явления обычно охватывают колоссальные области пространства. Моделирование этих явлений в условиях научных лабораторий, как правило, невозможно, ибо даже простое уменьшение геометрических размеров космических объектов ведет к нарушению их наиболее существенных свойств, связанных с наличием больших масс, огромных скоростей, мощных полей тяготения и т. п.

Все это и создает благоприятную почву для всякого рода псевдонаучных идеалистических спекуляций.

Обратимся к фактам.

В середине прошлого столетия известный немецкий физик Р. Клаузиус сформулировал так называемое второе начало термодинамики, науки о закономерностях течения тепловых процессов. Известно, что все формы энергии взаимопревращаемы, каждая из них может переходить в другую. Теплота может переходить в механическую энергию, а механическая энергия, в свою очередь, в тепловую. Лучистая энергия превращается в тепловую и электрическую, ядерная — в лучистую и т. д. При этом тепловая энергия, теплота, обладает одним весьма важным свойством: она может переходить сама собой лишь от более теплого тела к более холодному, и это продолжается до тех пор, пока температуры обоих тел не сравняются. Подобный процесс мы можем наблюдать в любом тепловом двигателе. В основе

устройства таких двигателей как раз и лежит перевод тепловой энергии от какого-либо ее источника к «холодильнику». Выравнивание температур между телами, нагретыми в различной степени, мы встречаем буквально на каждом шагу и в нашей повседневной жизни.

Теплота рассеивается

Представим себе, что все реки Земли сливаются в один океан и что попавшая в него вода обратно уже не возвращается. Когда вода в реках стекает с более высокого уровня на уровень океана, в ней содержится некоторый запас энергии, который можно превратить в работу, скажем, заставив воду вращать турбины гидроэлектростанций. Но та вода, которая попала в океан, в этом смысле уже не представляет никакой ценности. Ведь для того, чтобы заставить эту воду работать, пришлось бы сливать ее на еще более низкий уровень.

Точно так же в результате тепловых взаимодействий и некоторая часть теплоты обесценивается, теряет способность совершать работу. Эту необратимую, так сказать, «потерянную» энергию Клаузиус предложил называть греческим словом «энтропия», что означает «обращенная внутрь».

Вернемся теперь к нашему примеру с океаном и представим себе, что все вещества на Земле обладали бы способностью превращаться в воду. Тогда за счет подобного превращения течение рек поддерживалось бы на протяжении некоторого времени. Но в конце концов все запасы вещества на Земле исчерпались бы и планета покрылась сплошным океаном, имеющим везде один и тот же уровень. Вся энергия движения, содержавшаяся в воде, оказалась бы обесцененной.

Но именно такое положение и имеет место в любой замкнутой, изолированной системе. Все виды энергии должны постепенно «стечь» в «тепловой океан», а теплота равномерно распределиться между всеми телами. Как только это произойдет, наступит «тепловая смерть» нашей системы — какие бы то ни было процессы в ней полностью прекратятся.

Этот закон, вполне справедливый для любых замкнутых физических систем, Клаузиус распространил на всю вселенную.

Угрожает ли миру «тепловая смерть»!

Энтропия вселенной стремится к некоторому максимуму, утверждал он, и, чем больше вселенная приближается к этому предельному состоянию, тем меньше поводов к дальнейшим изменениям. А когда это состояние окажется достигнутым, все изменения вообще прекратятся и вселенная застынет среди мертвого покоя.

Наступит «тепловая смерть» мира. Вселенная будет продолжать свое существование, она не исчезнет, не превратится в ничто, но всякое движение в ней прекратится.

Теория «тепловой смерти» мира прямо направлена против материалистических представлений о вечности движения материи.

Это ясно видно из слов того же Клаузиуса, который в своих комментариях к закону возрастания энтропии писал: «...найден закон природы, который позволяет уверенно заключить, что во вселенной не все является круговоротом, а что она все дальше и дальше меняет свое состояние в определенном направлении и стремится таким образом к некоторому предельному состоянию».

Само собой разумеется, что гипотеза «тепловой смерти» вселенной была немедленно принята на вооружение защитниками религии в качестве своеобразного «естественнонаучного доказательства» существования бога.

«...так через закон энтропии, открытый Рудольфом Клаузиусом,— утверждал Пий XII,— пришли к познанию того, что стихийные процессы природы всегда связаны с уменьшением свободной и полезной энергии... Эта роковая судьба... вытекающая из позитивного научного опыта, настоятельно требует бытия необходимой сущности».

Аналогичную точку зрения отстаивали и представители русской православной церкви. Так, харьковский священник Н. Липский в своей книге «Натуралистический монизм Геккеля», изданной в Харькове в 1911 году, писал: «...если вся энергия, согласно этому закону, должна превратиться в тепловую, тогда существование мира конечно. А если мир будет иметь конец, то отсюда следует, что он имел и начало, следовательно, он не вечен».

На основании подобных заключений этот теоретик православия уже тогда настойчиво пытался провести мысль о плодотворности союза религии и науки: «...следовательно, наука в этом случае в союзе с верой: она также утверждает, что мир не безначален, что он не в себе самом имеет причину и основу бытия, не в свойствах вечной субстанции; эта основа вне мира, в боге».

Если попытаться обобщить рассуждения богословов по этому вопросу, то они сводятся приблизительно к следующему: в момент сотворения мира ему была непостижимым для нас образом, то есть божественной силой, сообщена некоторая «масса» энергии в состоянии наивысшей энтропической свободы, то есть энергии, в наибольшей степени способной к действию. Со

времени акта творения эта заведенная богом пружина «мировых часов» постепенно разворачивается. При этом процессы разрушения преобладают во вселенной над процессами созидания. Вселенная идет к своей гибели...

В подобном же смысле высказывались и некоторые ученые-идеалисты.

Так, например, фон Вейцзекер писал, что «мир не только ждет конец в тепловой смерти, но он должен также иметь начало во времени». Еще определеннее выразил свою точку зрения известный идеалист, английский астрофизик Джемс Джинс, который в своей книге «Таинственная вселенная» утверждал: «Максимум энтропии наступает быстро, но это нарастание должно было иметь начало. Должно было произойти то, что мы называем творением, и во время, не бесконечно от нас удаленное». Здесь Джинс имеет в виду, что если вся история вселенной есть не что иное, как процесс, так сказать, непрерывного охлаждения, то начаться этот процесс не мог слишком давно. В противном случае пришлось бы допустить, что в далеком прошлом имели место неправдоподобно высокие температуры.

Смысл подобных утверждений абсолютно ясен. Но в какой степени они обоснованы?

Еще Ф. Энгельс подверг теорию «тепловой смерти» обстоятельной резкой критике. Он указывал на то, что перенесение второго начала термодинамики, то есть закона возрастания энтропии, на всю бесконечную вселенную абсолютно неправомерно.

Основная мысль Энгельса сводилась к тому, что среди неисчерпаемого многообразия форм движения материи должны быть не только процессы, которые ведут к увеличению энтропии, но и процессы, связанные с концентрацией тепловой энергии. «Мы имеем дело с круговоротом энергии, какой, я думаю, имеет место в природе всюду»,— утверждал Циолковский. О правомерности подобной точки зрения свидетельствует хотя бы тот факт, что, как выяснилось в настоящее время, второй принцип термодинамики оказался неприменимым к области микроявлений, и, таким образом, он отнюдь не представляет собой универсального закона природы.

Тепловая энергия вселенной не может быть исчерпана, она должна каким-то образом возобновляться. Примерно таким же образом обстоит дело и в нашем примере с реками, запасы воды в них никогда не исчерпываются. Солнечные лучи нагревают воду в морях и океанах и заставляют ее испаряться, водяной пар поступает в атмосферу, переносится воздушными течениями в различные уголки нашей планеты и вновь выпадает на Землю

в виде осадков — снега и дождя. Происходит непрерывный круговорот воды, в результате которого она вновь обретает способность производить механическую работу.

Нечто подобное должно происходить и с теплотой во вселенной. То, что верно для замкнутой физической системы, вовсе не обязательно должно быть справедливым для вселенной в целом.

«...Защитники энтропии совершенно правы,— писал Эрнст Геккель в своей знаменитой книге «Мировые загадки»,— когда имеют в виду отдельные процессы, в которых при наличии известных условий связанная теплота не может быть превращена обратно в механическую работу... Но во всей вселенной, беря ее как целое, господствуют совсем другие условия; здесь имеются условия, при которых происходит также обратное превращение скрытой теплоты в механическую работу».

Высокую оценку этой книги дал В. И. Ленин, который писал, что Геккель «...показал сразу, легко и просто, то, что пыталась скрыть от публики и от самой себя профессорская философия, именно, что есть устой, который становится все шире и крепче и о который разбиваются все усилия и потуги тысячи и одной школки философского идеализма... Этот устой — *естественно-исторический материализм*» [1].

Одним из первых опровергнуть вывод Клаузиуса о неизбежности тепловой гибели мира попытался известный физик Больцман. Больцман выдвинул предположение о том, что в целом бесконечная вселенная находится в состоянии теплового равновесия, а та ее часть, которая доступна нашим наблюдениям, представляет собой грандиозное случайное отклонение от среднего состояния, или, как говорят физики, гигантскую флуктуацию. Действительно, с точки зрения статистической физики переход от состояния с меньшей энтропией к состоянию с большей энтропией есть не что иное, как переход от состояния с меньшей вероятностью к состоянию с большей вероятностью. Но, как мы уже знаем, если то или иное событие имеет даже очень большую вероятность (если только она не равна в точности единице), это говорит лишь о том, что данное событие должно осуществляться в подавляющем большинстве случаев, но вовсе не всегда. Другими словами, иногда возможен переход от состояния с большей вероятностью к состоянию с меньшей вероятностью. А это означает, что с точки зрения статистической физики процесс возрастания энтропии не является безусловно необратимым процессом. Теоретически возможны и обратные отклонения.

---

[1] *В. И. Ленин.* Соч., т. 14, стр. 335—336.

Однако, несмотря на это, флуктуационная гипотеза Больцмана представляется весьма малоубедительной: слишком уж ничтожна вероятность той гигантской флуктуации, о которой идет речь.

Введя вероятностно-статистическое истолкование закона возрастания энтропии, Больцман показал, что закон этот неприменим к системам, содержащим малое количество частиц. Своей флуктуационной гипотезой он попытался доказать, что аналогичное положение имеет место и для систем, содержащих бесконечно большое число частиц. Как мы уже знаем, эта попытка не увенчалась успехом.

Однако неудача Больцмана сама по себе еще ничего не доказывает. Более того, новейшие исследования убеждают нас в том, что системе, состоящей из бесконечного числа частиц, «тепловая смерть» не угрожает.

Что такое «тепловая смерть»? Это — состояние с максимальной энтропией, состояние полного равновесия. С точки зрения статистической физики подобное состояние отличается от всех других возможных состояний наибольшей вероятностью. Но может ли у системы из бесконечно большого числа частиц существовать состояние с определенным максимумом энтропии и наибольшей вероятностью? Оказывается, не может. Советский ученый Плоткин показал, что, какова бы ни была вероятность того или иного состояния подобной системы, для нее всегда можно найти состояние, еще более вероятное. Но это и означает, что энтропия подобной системы никогда не сможет достичь своего максимума.

Таким образом, современная теоретическая физика опровергает мрачное пророчество Клаузиуса. Но, разумеется, для полного решения вопроса необходимо еще выяснить те конкретные пути, конкретные физические процессы, которые сопровождаются уменьшением энтропии. Критикуя гипотезу «тепловой смерти» мира, Фридрих Энгельс указывал, что «вопрос будет окончательно решен лишь в том случае, если будет показано, каким образом излученная в мировое пространство теплота становится снова *используемой*» [1].

Во времена Энгельса этот вопрос не был еще решен. Однако современная наука обнаружила целый ряд фактов, свидетельствующих о том, что во вселенной наряду с процессами рассеяния энергии протекают также процессы ее концентрации.

---

[1] *К. Маркс* и *Ф. Энгельс*. Соч., т. 20, стр. 599.

Звезды рождаются сегодня

Одним из процессов, противостоящих росту энтропии, является процесс возникновения новых звезд.

Как известно, звезды — это далекие от нас солнца, раскаленные газовые шары, источники колоссального количества тепловой энергии, гигантские термоядерные реакторы, созданные самой природой. Между тем вещество, из которого рождаются звезды,— дозвездное вещество — тепла не излучает. Во всяком случае, тепловое излучение дозвездной материи до сих пор никто еще не зарегистрировал. Таким образом, возникновение звезды, по всей видимости, должно быть связано с концентрацией тепловой энергии.

Но еще вопрос, возникают ли звезды в наше время. Быть может, все они образовались в отдаленную таинственную эпоху и с тех пор лишь расходуют свою «изначальную» энергию?

Перед нами звезда. Как определить ее возраст? Каким образом узнать, в какой стадии своего развития находится она в настоящее время? Каким путем выяснить, имеют ли все звезды одинаковый возраст или среди них есть «пожилые» звезды, звезды «средних лет» и звезды-«младенцы»?

Только получив ответ на эти вопросы, мы сможем установить, явилось ли образование звезд каким-то единовременным актом или процесс возникновения новых солнц во вселенной продолжается непрерывно.

Историки судят о давно минувших событиях на основании данных археологических раскопок, древних летописей, сохранившихся свидетельств очевидцев. Астрономы, к сожалению, лишены таких возможностей. Слишком длительны, с нашей, земной точки зрения, процессы формирования новых звезд, слишком велика продолжительность их жизни: она составляет многие миллионы и миллиарды лет. По сравнению с этими колоссальными промежутками времени, жизнь не только одного отдельного человека, но и всего человечества представляется коротким мгновением. Не так уж часто встречаются люди, прожившие более 100 лет. Между тем в жизни Солнца 100 лет столь же краткий промежуток, как какая-нибудь минута в жизни человека. Но каждому должно быть понятно, что, наблюдая в течение всего лишь одной минуты за незнакомым человеком, мы ничего не сможем узнать ни о нем самом, ни тем более о его прошлом и будущем. А это значит, что непосредственно проследить, как звезда возникает, развивается и, наконец, старится, невозможно даже для многих поколений ученых.

Один лишь процесс рождения новой звезды может длиться

тысячи и миллионы лет — внушительный срок, с точки зрения человека.

В связи с этим положение астронома вполне можно сравнить с положением человека, которому поручили в течение одних суток изучить развитие какой-либо породы дерева, например березы. Располагая достаточным временем, он мог бы выбрать молодое дерево и ежедневно следить за его развитием. Но следить за развитием березы в течение одних только суток бессмысленно: за это время в дереве не произойдет никаких существенных изменений.

И все же положение не столь уж безнадежно. Далекое прошлое звезд, их история не могли пройти бесследно, они должны были оставить глубокий след в их настоящем. Очевидно, не всякий путь развития мог привести звезды к их современному состоянию.

Первое, что бросается в глаза при изучении мира звезд,— его великое разнообразие. Среди населения этого удивительного мира есть гиганты, в миллионы и миллиарды раз превышающие по объему наше Солнце, и карлики, звезды горячие и сравнительно холодные, необычайно разреженные и обладающие чудовищной плотностью, излучающие в сотни тысяч раз больше света, чем Солнце, и совсем темные. Есть, наконец, звезды спокойные, мало изменяющиеся с течением времени, и такие, в недрах которых происходят особенно бурные физические процессы, вызывающие резкие перемены в их состоянии.

Почему звезды разные!

В чем же причина подобного разнообразия? По-видимому, на этот вопрос может быть дан только один ответ: звезды потому не одинаковы, потому не похожи друг на друга, что они возникают в разных условиях, проходят различные пути развития и имеют в настоящее время различный возраст.

В самом деле, чем объясняется, например, разнообразие растительного или животного мира Земли, почему береза не похожа на ель, тигр — на слона, а медведь — на обезьяну? Дело в том, что различные виды растений и животных имеют свою особую, специфическую, характерную только для данного вида историю возникновения и развития. То же самое, очевидно, можно сказать и в отношении звезд.

Если вновь обратиться к нашему примеру с изучением развития березы, то мы неизбежно придем к выводу, что единственная возможность успешного решения поставленной задачи заключается в том, чтобы пойти в лес, выбрать там большое количество различных берез, расположить их мысленно в порядке

увеличения возраста и на этом основании судить о развитии берез вообще.

Примерно так же должны поступить астрономы, изучающие развитие Солнца и звезд. Ведь различные звезды имеют разный возраст. Одни из них только-только родились, другие, наоборот, уже доживают свой век. И очень многие из них по своему физическому строению напоминают наше Солнце, потому что Солнце не что иное, как обычная рядовая звезда. Поэтому астрономы должны уметь выделять звезды одинаковых типов и, располагая их в порядке возраста, изучать развитие данного типа звезд.

Однако возникает новый вопрос: как определить возраст звезды? Как установить, что одна из них моложе другой?

Решение последней задачи имело бы особенно важное значение. Оно послужило бы наглядным опровержением популярной в свое время среди части буржуазных ученых теории, утверждавшей, что все звезды будто бы образовались одновременно в отдаленную таинственную эпоху и что по этой причине тайны их происхождения никогда не будут раскрыты наукой.

К сожалению, пока еще не существует универсального способа, позволяющего сразу определить возраст любой звезды. Это удается сделать лишь для некоторых звезд, да и то на основе косвенных соображений.

Так, например, было замечено, что белые горячие звезды бурно выбрасывают вещество из своих недр. Подсчеты показали, что подобный процесс не мог продолжаться слишком долго, так как в противном случае эти звезды уже давно исчерпали бы все свое вещество. Исходя из этого соображения возраст таких звезд, даже с учетом возможных ошибок, можно оценить всего лишь в несколько миллионов лет.

Казалось бы, тем самым интересующая нас задача решена: молодые звезды существуют. Однако тот способ оценки возраста звезды, о котором только что шла речь, имеет весьма уязвимое место. Ведь мы не можем гарантировать, что процесс выброса вещества звездой всегда происходит с такой же интенсивностью, как в настоящее время. Не исключена возможность, что в прошлом звезда могла быть не столь расточительной, а быть может, и вовсе находилась в устойчивом состоянии на протяжении неопределенно долгого времени.

Однако не так давно вывод об относительной молодости белых горячих звезд получил подтверждение с другой стороны.

В 1945—1946 годах советский астроном академик В. А. Амбарцумян и его сотрудники обратили внимание на то, что белые

и голубые горячие звезды распределены по небу неравномерно. Оказалось, что подавляющее большинство таких звезд образует отдельные группы, получившие название звездных ассоциаций. Выяснилось, что, в отличие от обычных звездных скоплений, ассоциации обладают сравнительно небольшой плотностью и являются поэтому неустойчивыми. Вследствие общего движения звезд вокруг центра нашей Галактики, а также под влиянием притяжения окружающих звезд ассоциации постепенно распадаются, а звезды, входящие в их состав, перемешиваются с другими.

Расчеты показали, что время распада звездной ассоциации составляет всего лишь несколько миллионов лет и, следовательно, все те ассоциации, которые мы наблюдаем в настоящее время, через несколько миллионов лет уже не будут существовать. Но отсюда следует сделать вывод, что эти ассоциации возникли сравнительно недавно.

Приведем поясняющий пример. Представьте себе автомобильный гараж. Каждое утро из него с интервалами в одну минуту выходят 60 машин. Заметив, что из ворот выходит очередная машина, мы, не задумываясь, можем сказать, что работа на линии началась не более часа тому назад, так как в противном случае из парка должны были бы уйти уже все машины.

Итак, звездные ассоциации — это настоящие младенцы звездного мира, младенцы даже по сравнению с нашей Землей, возраст которой, по геологическим данным, оценивается в несколько миллиардов лет.

Однако молодость ассоциаций еще не доказательство молодости звезд, входящих в их состав. Эти звезды могли существовать и раньше, каждая сама по себе, а затем объединиться в ассоциацию.

Но подобное предположение опровергается с помощью теории вероятности. Прежде всего, разберем еще один поясняющий пример. По улицам Москвы движутся тысячи автомашин различных типов и марок. Среди них есть, например, автопогрузчики, но по сравнению с «Победами», «Волгами», «Москвичами», автобусами и грузовыми автомашинами их количество весьма невелико.

Может ли случиться, что из 500 машин, останавливающихся при желтом свете светофоров на подъездах к одной из больших площадей, 250, то есть половина, случайно окажутся автопогрузчиками? Как говорят математики, вероятность подобного события близка к нулю, то есть такой случай практически невозможен.

Вернемся теперь к звездным ассоциациям. В их состав входят звезды редко встречающихся типов, и поэтому вероятность их случайного объединения в одну группу также чрезвычайно мала.

Все это заставляет нас сделать вывод, что звезды в ассоциациях связаны общим происхождением. А это, в свою очередь, означает, что возраст таких звезд не может превышать возраста самих ассоциаций. Ассоциации — это скопления молодых звезд, возникших буквально на памяти человечества. Процесс образования новых звезд продолжается — звезды возникают и в наше время.

Дальнейшие исследования В. А. Амбарцумяна, подтвержденные наблюдениями ряда зарубежных астрономов, показали, что и многие скопления галактик, состоящие из большого числа членов, также неустойчивы и находятся в состоянии быстрого расширения и распада. Галактики, входящие в их состав, как бы разбегаются в разные стороны. Следовательно, процесс возникновения новых галактик продолжается в космосе и в настоящее время.

Итак, во вселенной наряду с излучением тепла звездами происходит, и притом в гигантских масштабах, обратный процесс — процесс формирования новых звезд и концентрации тепловой энергии.

Тем самым становится очевидной полная несостоятельность представлений о грядущей «тепловой гибели» мира. Ведь для того, чтобы доказать неправомерность распространения второго начала термодинамики на всю вселенную, достаточно привести хотя бы один противоречащий пример.

Мало того, данные современной науки говорят о том, что состояния звезд, которые на первый взгляд представляют собой последние стадии умирания этих космических тел, могут служить исходным материалом для образования новых небесных светил.

Дозвездная материя

Наблюдения показали, что как в звездных ассоциациях, так и в скоплениях молодых галактик преобладающей формой движения является разбегание во все стороны от некоторого центра. Подобная картина наводит на мысль о том, что звезды ассоциаций и галактики неустойчивых скоплений скорее всего должны были возникнуть из каких-то тел, значительно меньших размеров и весьма высокой плотности. Эти дозвездные тела получили условное наименование протозвезд. Пока что протозвезды непосредственно никто не наблюдал. Но уже сейчас можно сказать, что по своей

природе и физическим свойствам они существенно отличаются от обычных звезд. Обладая колоссальными запасами энергии, протозвезды ее почти не излучают и, видимо, способны долгое время пребывать в устойчивом состоянии. Затем происходит деление, и осколки протозвезды превращаются в обычные звезды.

Вряд ли найдется хоть один человек, которому не случалось бы видеть на небе самую яркую звезду — Сириус. Переливаясь всеми цветами радуги, она сияет левее и ниже знаменитого Ориона. В начале второй половины прошлого столетия выяснилось, что в своих космических скитаниях Сириус не одинок, как наше Солнце: у него есть маленький спутник, диаметр которого всего в три раза больше поперечника нашей Земли. Вновь открытой звезде было присвоено имя Сириус В.

Вскоре обнаружилось, что верный попутчик Сириуса при своих более чем скромных для звезды размерах содержит почти столько же вещества, сколько его в Солнце. В недрах Сириуса В вещество находится в состоянии необычайно высокой плотности. Достаточно сказать, что один кубический сантиметр вещества этой звезды, будучи доставлен на Землю, весил бы здесь 60 килограммов. Как известно, от величины массы небесного тела зависит и сила тяжести на его поверхности. Так, на Луне она в 6 раз меньше земной, на Венере примерно равна ей. На спутнике же Сириуса сила тяжести превышает земную ни много ни мало в 30 тысяч раз!

Звезды, подобные Сириусу В, получили название белых карликов. В настоящее время астрономам известно уже более 60 таких звезд, но, конечно, в нашей Галактике их гораздо больше. Долгое время считалось, что белые карлики представляют собой нечто вроде «трупов» обычных звезд. По мере того как в недрах звезды расходуются источники ядерной энергии, силы тяготения сжимают ее вещество и в конце концов превращают звезду в белого карлика. Но этим дело не ограничивается: сжатие продолжается, диаметр звезды сокращается до нескольких километров, а плотность вещества продолжает расти и достигает чудовищной величины, в миллиарды тонн на один кубический сантиметр. Расчеты показывают, что подобные звезды почти целиком состоят из нейтронов, то есть частиц, обладающих такой же массой, как и ядра атомов водорода, но не имеющих электрического заряда. Обычная килограммовая гиря весила бы на поверхности нейтронной звезды около 2 миллиардов тонн.

Это невообразимое сжатие не является, как оказалось, пределом уплотнения вещества. В последние годы физики обнару-

жили существование особых ядерных частиц — гиперонов, образующихся при взаимодействии нейтронов с другими ядерными частицами, в результате которых они оказываются как бы впрессованными друг в друга. В обычных условиях гипероны неустойчивы: не успев появиться на свет, они почти сразу же распадаются. Вся их жизнь исчисляется несколькими триллионными долями секунды. Однако, как показали советские ученые В. А. Амбарцумян и Г. С. Саакян, возможны такие состояния материи, при которых гиперонное вещество длительное время будет находиться в устойчивом состоянии. Внутренняя часть гиперонной звезды, если только подобное тело может быть названо звездой, состоит главным образом из слившихся друг с другом гиперонов. Это центральное ядро окутано несколько более разреженным нейтронным поясом, в свою очередь заключенным в оболочку из протонов и электронов. Плотность вещества гиперонных звезд еще в десятки миллионов раз выше, чем у нейтронных. Солнце, доведенное до такой степени уплотнения, превратилось бы в шарик меньше километра в поперечнике.

Согласно выводам Амбарцумяна и Саакяна, гиперонные звезды при определенных условиях могут распадаться на отдельные куски, которые превращаются затем в обычные звезды. В свете этих исследований представляется вполне вероятным, что так называемая дозвездная материя и есть не что иное, как гиперонное вещество.

Картина, нарисованная Амбарцумяном и Саакяном, весьма знаменательна, ибо она раскрывает одну из сторон непрерывного круговорота материи, происходящего в природе. Нисходящие ветви развития космических тел на определенных этапах становятся его первыми звеньями, дающими жизнь новым небесным светилам. Таким образом, утверждение религиозных теоретиков о том, что во вселенной доминируют, преобладают процессы разрушения, опровергается астрономическими фактами. Возникновение новых звезд из вещества космических светил, исчерпавших свои энергетические возможности, является, как мы уже отмечали, наглядным примером того, как, вопреки идеям «тепловой гибели» мира, в природе происходит концентрация тепловой энергии, ее возрождение.

Рассматривая факторы, которые естественным образом противостоят в природе росту энтропии и тем самым «тепловой смерти» вселенной, нельзя пройти мимо биологических процессов, то есть деятельности живых организмов. Ведь жизнь — это не что иное, как одна из полноправных форм существования материи.

Движение живой материи обладает целым рядом существенных качественных отличий. Не учитывать этого нельзя, так как живая и неживая материя сосуществуют в природе и оказывают определенное влияние друг на друга.

Как мы уже говорили, замкнутая физическая система с течением времени переходит от состояний менее вероятных к состояниям более вероятным. Однако этот закон справедлив только для явлений неорганического мира. Что же касается биологических процессов, то они как раз чаще всего приводят к созданию состояний, которые во всяком случае не являются наиболее вероятными. В качестве наглядного примера такого рода можно привести хотя бы образование залежей каменного угля, исходным материалом для которого послужила древняя растительность. То же самое можно сказать и о формировании земной атмосферы. Ведь было время, когда в воздушной оболочке Земли совершенно отсутствовал свободный кислород. Он выделен в атмосферу живыми организмами: бактериями, водорослями, растительностью.

Жизнь против энтропии

В еще большей степени все сказанное относится к разумной деятельности человека. Большинство состояний, которые человек создает искусственным путем, с точки зрения развития процессов неорганического мира является весьма маловероятным. Здания, машины, станки, приборы, ракеты...— все, что создано руками людей,— могли ли эти продукты разума человека и его труда возникнуть случайно, в ходе естественных процессов? Могли ли в результате случайного соединения различных молекул возникнуть в природе сами по себе такие сооружения, как, скажем, стадион «Динамо» в Москве, или Шуховская башня — антенна Московского телевидения, или современный завод, или автомобиль, теплоход, космический корабль? Каждому ясно, что вероятность подобных событий практически равна нулю. Человек же в процессе своей деятельности сознательно создает подобное состояние.

Тем самым деятельность человека представляет собой процесс, диаметрально противоположный тому естественному ходу развития событий, при котором всякая замкнутая физическая система стремится к наиболее вероятному состоянию, то есть к состоянию полного равновесия.

Какими же факторами определяются масштабы этого «обратного» процесса, по существу, противостоящего росту энтропии?

Чтобы характеризовать вероятность того или иного состояния, во многих случаях можно отказаться от терминологии теории вероятности и воспользоваться понятиями порядка и беспорядка. Вряд ли стоит специально доказывать, что беспорядок гораздо более вероятен, чем порядок. Каждому должно быть понятно, что превратить порядок в беспорядок куда проще, чем достичь обратного. Таким образом, эволюция системы от состояний менее вероятных к более вероятным есть не что иное, как постепенный переход от порядка к беспорядку, от упорядоченности к хаосу.

Итак, возрастание энтропии означает уменьшение *организованности* процессов, протекающих в данной системе.

В противоположность этому деятельность живых существ, и в первую очередь человека, представляет собой процесс, главной характерной чертой которого является стремление к организации.

Что же касается масштабов этого процесса, то они непосредственно зависят от величины так называемой информации.

Понятие информации приобрело особо важное значение в связи с возникновением и развитием кибернетики, которая как раз и занимается изучением законов накопления, передачи, хранения, переработки и выдачи информации о различных явлениях окружающего нас мира в целях наиболее успешного воздействия на него.

Таким образом, между энтропией и информацией существует известная аналогия, или, лучше сказать, «аналогия наоборот». Если энтропию можно с полным правом считать мерой хаоса и разрушения, то информация — мера организации и упорядоченности процессов. Рост информации активизирует сознательную деятельность человеческого общества, делает ее более эффективной и тем самым ведет к уменьшению беспорядка, к уменьшению энтропии.

Но если все это так, то вопрос о существовании и формах жизни, и в первую очередь разумной жизни во вселенной, а также о накоплении информации разумными обитателями

космических миров приобретает особенно принципиальное значение.

В данном случае, разумеется, речь идет не о возможности существования жизни на ближайших к нам планетах — Венере и Марсе, а о распространенности жизни по крайней мере в нашей Галактике.

Вселенная обитаема

На протяжении многих веков защитники религии отстаивали представление о том, что наша Земля будто бы является центром мироздания, а человек «венцом творения». На Земле происходят все события, описанные в священных книгах. Именно сюда для искупления людских грехов спустился с неба мифический Иисус Христос.

Предположение о том, что жизнь может существовать и на других небесных телах, служители церкви рассматривали как посягательство на основы основ религиозного мировоззрения, считали ересью. Недаром был сожжен на костре по приговору церковного трибунала великий Бруно, отстаивавший идею множественности обитаемых миров.

Современные богословы стараются делать вид, что существование жизни на других небесных телах будто бы не противоречит религиозному мировоззрению.

Постаравшись забыть о сожжении Джордано Бруно, церковь признает возможность жизни на других планетах, даже используя это обстоятельство как одно из доказательств существования бога и его всемогущества.

Но это не более чем уловка. В действительности же существование жизни вне Земли находится в непримиримом противоречии с основами религиозного вероучения. И дело не только в том, существует ли жизнь лишь на Земле или на какой-либо еще планете, а в вопросе о самой сущности жизни, о ее естественном или сверхъестественном происхождении и о той роли, какую она играет в природе. В связи с этим на проблеме распространенности жизни во вселенной мы остановимся как можно более подробно.

Материалистическая наука всегда стояла на точке зрения множественности обитаемых миров. При этом она исходила из того, что жизнь является высшей формой развития материи, закономерно возникающей при определенных условиях из неживой, неорганической природы. Но только в последнее время благодаря успехам современной науки появилась возможность от этих общих, философских соображений перейти к некоторым конкретным фактам.

Живое и неживое

Сейчас можно считать твердо установленным, что у нас на Земле жизнь возникла в отдаленные времена естественным путем из неживых, неорганических веществ при определенных внешних условиях. Советский ученый академик А. И. Опарин, автор широко известной теории происхождения жизни, высказал предположение о том, что она скорее всего должна была появиться тогда, когда поверхность нашей планеты представляла собой сплошной океан, окруженный атмосферой, состоящей из смеси аммиака, метана, водорода и паров воды. Как известно, основу живого вещества составляют белки, в свою очередь состоящие из так называемых аминокислот, способных соединяться в различных комбинациях. Но могли ли в условиях, о которых говорилось выше, из неорганических веществ, образоваться аминокислоты? Ответ на этот вопрос был получен несколько лет тому назад профессором Колумбийского университета С. Миллером, которому удалось в своей лаборатории получить аминокислоты, воздействуя на смесь водяных паров, метана и аммиака электрическими разрядами. Аналогичные исследования были проведены также советскими учеными Т. Павловской и А. Пасынским. В их опытах аминокислоты образовывались из исходных неорганических веществ под действием ультрафиолетовых лучей.

Все это свидетельствует о том, что исходные продукты, необходимые для образования живого белка, возникают естественным путем, в природных условиях. В свое время такие условия сложились у нас на Земле, они могли сложиться и на других небесных телах.

Разумеется, формы жизни во вселенной могут быть весьма разнообразными. Но если речь идет о формах жизни, близких к земным, то главные условия их возникновения и развития — это наличие воды, которая входит в состав живой клетки, газовой атмосферы определенного состава, необходимой для газового обмена организма с внешней средой, и подходящих тепловых факторов, то есть не слишком низкой и не слишком высокой температуры.

Если говорить о распространенности жизни в пределах нашей планетной системы, то здесь необходимо выделить своеобразный тепловой пояс жизни. В этот пояс входят три планеты: Венера, Земля со своим спутником — Луной и Марс со своими двумя спутниками — Фобосом и Деймосом. На Меркурии, расположенном вблизи Солнца, температура слишком высока, на планетах, более далеких от Солнца, чем Марс,— слишком низка.

Есть ли жизнь на Луне!

Обратимся прежде всего к ближайшему небесному телу, нашему естественному спутнику — Луне. На первый взгляд здесь необходимые для жизни условия полностью отсутствуют. На Луне нет атмосферы, нет воды, наконец, там происходят весьма резкие колебания температуры. В течение лунного дня, длящегося около 13 земных суток, лунная почва нагревается примерно до 130 градусов выше нуля, зато в течение такой же длинной лунной ночи она остывает до —150 — 170 градусов С. Тем не менее при отправке на Луну второй советской космической ракеты к обычным предстартовым операциям добавилась еще одна, не совсем обычная. Приборный контейнер, предназначенный для доставки на Луну, был тщательно стерилизован. Ни один земной микроб, ни одна бактерия не должны были попасть на лунную поверхность.

Но зачем понадобилась столь странная предосторожность? Разве Луна не мертвое, безжизненное тело, очутившись на котором даже микроорганизмы все равно неизбежно погибли бы? Оказывается, даже на Луне не исключена возможность существования недолговечных низших растительных организмов, которые могут жить в атмосфере углекислого газа, выделяющегося из трещин на дне некоторых кратеров, и черпать необходимые им питательные вещества из почвы.

Именно по этой причине и была осуществлена стерилизация аппаратуры советской космической ракеты. Ведь если бы мы занесли на Луну земные микроорганизмы, они могли бы там размножиться, и тогда решение проблемы собственных форм жизни на Луне было бы в будущем весьма затруднено.

Весьма вероятно, что не только на Луне, но и на поверхности других планет, а возможно, и в самом космическом пространстве будут обнаружены разнообразные микроорганизмы. В настоящее время можно считать доказанным, что микробы и бактерии способны приспосабливаться к самым, казалось бы, неблагоприятным условиям. Не говоря уже о том, что многие микроорганизмы способны в течение длительного времени переносить довольно сильное нагревание и глубокое охлаждение, некоторые формы бактерий могут существовать даже в условиях интенсивных ультрафиолетовых и радиоактивных излучений, губительных для высокоорганизованных земных существ. Споры микроорганизмов были с помощью шаров-зондов найдены в атмосфере на больших высотах; известны бактерии, живущие непосредственно на урановых рудах; а не так давно французские ученые обнаружили бактерии в тяжелой воде атомного реак-

тора. В печати появился также ряд сообщений о том, что органические вещества внеземного происхождения найдены в некоторых метеоритах.

Поэтому вполне вероятно, что в недалеком будущем при изучении космоса удастся обнаружить неизвестные нам микроорганизмы.

Еще важнее решение проблемы существования на планетах солнечной системы более высокоорганизованных форм жизни, и в первую очередь растений.

Наличие растительности на Луне маловероятно. Поэтому обратимся ко второму небесному телу, расположенному в тепловом поясе жизни солнечной системы,— планете Венере. По своим «внешним данным» Венера во многом напоминает Землю. Ее поперечник лишь немного меньше поперечника нашей планеты; так же, как и Земля, она окружена атмосферной оболочкой.

Таинственная Венера

Современные астрономические данные говорят о том, что в атмосферном океане Венеры присутствуют углекислый газ и водяной пар. В 1962 году советскими астрономами в атмосфере Венеры был обнаружен и кислород. К сожалению, небо Венеры всегда пасмурно. Планету окутывает со всех сторон густая пелена совершенно непрозрачной облачности. Оказавшись на поверхности Венеры, мы были бы совершенно лишены возможности любоваться звездным небом, видеть Солнце. И когда астрономы направляют на Венеру телескопы, они наблюдают лишь верхнюю кромку ее облачности. Это сильно затрудняет изучение физических условий на Венере. Единственным вестником, способным рассказать о том, что происходит за облачным занавесом на поверхности планеты, служат радиоволны, беспрепятственно пронизывающие любую облачность.

Как и всякое нагретое тело, почва Венеры излучает радиоволны, которые могут быть обнаружены и зарегистрированы нашими радиотелескопами. Изучение этих волн на первых порах показало, что их свойства соответствуют температуре источника, равной 300 градусам тепла. Подобная температура совершенно непригодна для жизни. Однако в последнее время советскими астрономами были получены новые интересные данные, указывающие на то, что радиоизлучение Венеры скорее всего имеет не тепловую природу, а обусловлено какими-то иными причинами. Источниками этого радиоизлучения могут быть электрические явления, протекающие либо в атмосфере планеты, либо в окружающих ее радиационных поясах, подобных

земным. А это значит, что оценка в 300 градусов значительно завышена и ее необходимо пересмотреть. Скорее всего она близка к теоретическим расчетам и находится на уровне ниже 100 градусов, то есть пригодна для жизни. Но в распоряжении науки пока нет конкретных данных о наличии жизни на поверхности «облачной» планеты.

Из всех планет, расположенных в тепловом поясе солнечной системы, лучше всего исследована планета Марс, четвертая по расстоянию от Солнца.

Загадки Марса

Вот уже на протяжении многих десятилетий красноватая планета привлекает к себе внимание ученых, да и не только ученых.

Еще в конце прошлого столетия итальянский астроном Скиапарелли обратил внимание на правильную сеть тонких, длинных линий, покрывавших всю поверхность планеты. Эти линии получили название каналов. А вскоре другой исследователь Марса, американец Персиваль Ловелл, разработал увлекательную гипотезу, согласно которой каналы — это гигантская оросительная система, построенная разумными обитателями Марса — марсианами.

С тех пор прошло много лет. Другие исследователи, наблюдая Марс в более мощные телескопы, каналов не обнаружили. Тогда у некоторых ученых сложилось мнение, что каналов вообще не существует, а то, что казалось каналами,— это отдельные детали на поверхности планеты, которые при небольшом увеличении сливаются в сплошные линии.

Фотографические исследования каналов, предпринятые в 40-х годах, снова подтвердили их существование. А в 1956 году американцу Ричардсону удалось с помощью крупнейшего телескопа с зеркалом диаметром в 2,5 метра наблюдать очень большое количество каналов. Они выглядели как сеть неправильно расположенных синеватых жилок. Это указывает на естественное происхождение каналов. Видимо, наблюдения Скиапарелли, которому каналы казались геометрически правильной сеткой, были не совсем точными. Каналы в 1956 году наблюдали и другие ученые, но природа этих удивительных образований до сих пор неизвестна.

Огромный интерес представляет собой также вопрос о том, есть ли на поверхности Марса вода. Ведь без воды не может быть и жизни.

Еще раньше было известно, что на Марсе нет больших открытых водных поверхностей. Такие водоемы должны были бы давать в лучах Солнца яркие блики. Но никто никогда подобных

бликов на Марсе не наблюдал. Кроме того, средняя температура на Марсе значительно ниже земной, и поэтому открытые водоемы должны были бы там промерзнуть до дна и никогда бы не отогрелись. И все же многие исследователи Марса считали, что жидкая вода на его поверхности существует; об этом, казалось, убедительно свидетельствовало уменьшение в весенне-летнее время — «таяние» — белых пятен, расположенных в полярных областях планеты,— полярных шапок.

Однако советский ученый профессор А. И. Лебединский пришел к выводу, что при тех физических условиях, которые имеются на поверхности Марса, воды в жидком состоянии там не может быть. Жидкая вода должна немедленно испаряться, а водяной пар быстро замерзать и оседать на поверхности в виде тонкого слоя инея. Это предположение находит себе подтверждение в астрономических наблюдениях. В 1956 году на Марсе несколько раз появлялись большие белые пятна, которые, повидимому, и представляли собой снегоподобные или инееподобные осадки, осевшие на значительной части поверхности планеты. По мнению профессора Лебединского, и полярные шапки также представляют собой тонкий слой инея, толщиной всего лишь в 2—3 миллиметра. Изменение размеров полярных шапок весной он объясняет их испарением, происходящим в результате повышения температуры.

Быть может, вам приходилось наблюдать, как испаряется твердая углекислота, «сухой лед». Он не тает, а сразу переходит из твердого состояния в газообразное. Очевидно, то же самое происходит и с твердой водой на Марсе.

Марсианская почва скорее всего представляет собой слой льда или вечной мерзлоты. Жидкая же вода может находиться там лишь на значительной глубине. Однако, по мнению профессора Лебединского, марсианские растения, если они действительно существуют, могут доставать ее оттуда с помощью развитой корневой системы.

Что же касается общих запасов воды на Марсе в виде вечной мерзлоты и подпочвенных вод, то они, по-видимому, сравнимы с земными, поскольку обе эти планеты формировались в сходных условиях.

В связи с подобными представлениями о воде на Марсе была высказана оригинальная идея, связывающая марсианские каналы с трещинами, образующимися в толще льда или вечной мерзлоты.

Все наблюдатели Марса единодушно отмечали, что во время великого противостояния, то есть наибольшего сближения

Земли и Марса, 1956 года атмосфера планеты была очень сильно замутнена, из-за чего часто нарушалась видимость отдельных деталей.

В атмосфере Марса носились тучи песка и пыли, поднятые ветром с поверхности планеты. Очевидно, одна из таких песчаных бурь и закрыла от нас полярную шапку в сентябре 1956 года.

Это предположение получило подтверждение в работах советского астронома Н. Н. Сытинской, которой удалось показать, что желтоватая мгла состояла из тех самых частиц, из которых состоит и поверхность планеты.

То обстоятельство, что на Марсе действительно бушуют песчаные бури, является весьма важным аргументом в пользу предположения о том, что «моря» в действительности представляют собой зоны растительности. В самом деле, очертания «морей» в течение многих лет остаются почти неизменными. Между тем всякие иные образования, кроме растительных, были бы неизбежно засыпаны песком. Опыт Земли свидетельствует о том, что только растительность может столь успешно сопротивляться наступлению пустыни.

В последнее время советские ученые и одновременно с ними французский астроном Дольфюс пришли к выводу, что красновато-желтая мгла, наблюдаемая по временам на Марсе, представляет собой скорее не пылевые бури, а сухие туманы, состоящие из мельчайших частиц одной из разновидностей железной руды — лимонита, которые даже при небольшом ветре могут подниматься в воздух.

Однако неизменные очертания «морей» — далеко не единственный факт, свидетельствующий в пользу их растительной природы. В период «таяния» южной полярной шапки по ее окраине появляется темная каемка, имеющая на первых порах красновато-коричневый цвет, который затем переходит в голубовато-зеленый. Подобное явление отчетливо наблюдалось в 1956 году.

Хорошо известно, что живые организмы на ранних стадиях своего развития последовательно повторяют некоторые черты своих далеких предков. Выдающийся исследователь Марса профессор Г. А. Тихов считал, что когда-то климат этой планеты был значительно теплее и растения тех времен выработали в себе в качестве защитного свойства способность отражать ненужные им красные лучи вместе с теплом, которое они несут с собой. Благодаря этому древняя растительность Марса должна была иметь хорошо выраженный красный цвет.

В дальнейшем же на Марсе значительно похолодало, и красноватая растительность постепенно сменилась зеленовато-голубоватой, более приспособленной к суровым климатическим условиям. Однако и до сих пор пробивающиеся сквозь почву молодые побеги окрашены именно в тот цвет, которым обладали их далекие предки.

Важное свидетельство в пользу наличия растительности на Марсе было получено во время наблюдений 1956 и 1958 годов американским астрономом Синтоном. В результате весьма тщательных исследований ему удалось обнаружить, что лучи света, отраженные марсианскими «морями», обладают теми же характерными особенностями, которые имеются у световых лучей, отраженных органическими молекулами. Любопытно, что Синтону удалось также установить, что свет, идущий к нам от других областей поверхности Марса, подобной особенностью не обладает.

Таким образом, в распоряжении современной науки есть убедительные данные в пользу того, что на Марсе действительно существуют какие-то формы органической жизни.

Однако многое все еще остается неясным.

В марсианской атмосфере много углекислого газа, но даже самые тщательные исследования не позволили обнаружить в ней присутствие свободного кислорода. Расчеты показывают, что если даже со временем появятся еще более чувствительные измерительные приборы и кислород на Марсе все-таки будет в конце концов найден, то его там содержится не более одной тысячной доли того, что присутствует в земной атмосфере, в противном случае он был бы обнаружен современными методами исследования.

И дело не только в том, что кислород необходим для дыхания животных, но главным образом в том, что кислород, содержащийся в атмосфере Земли,— это кислород органического происхождения. Он образовался в результате деятельности живых организмов. И если бы в один далеко не прекрасный день на нашей планете исчезли все растения, то уже через три года в ее воздушной оболочке вовсе не осталось бы свободного кислорода. Наличие кислорода в земной атмосфере есть прямое следствие существования жизни.

Между тем жизнь на Марсе, если она есть, почему-то ведет себя иначе. Ученые пытаются найти этому какое-либо объяснение. Так, высказывается предположение, что марсианские растения не выделяют кислород в атмосферу, а удерживают

его в своей корневой системе, подобно некоторым земным болотным растениям.

Спутники Марса искусственные?

Изучение Марса приобретает в настоящее время особый интерес еще и потому, что несколько лет назад профессором И. С. Шкловским была выдвинута интересная гипотеза о природе спутников этой планеты: Фобоса и Деймоса. Эти маленькие спутники, расположенные довольно близко к поверхности Марса, обладают целым рядом любопытных особенностей. Самая удивительная из них состоит в том, что с течением времени в движении Фобоса наблюдается заметное торможение. Тщательно рассмотрев все возможные причины этого удивительного явления, некоторые астрономы пришли к выводу, что атмосферная оболочка Марса оказывает сопротивление движению Фобоса. Постепенно теряя высоту, Фобос приближается к поверхности планеты, подобно тому как это происходит с искусственными спутниками Земли.

Но тогда газовая оболочка Марса должна иметь значительно большую плотность, чем та, которой она обладает в действительности, либо Фобос должен быть необычайно легким для своих размеров.

Расчеты приводят к выводу, что Фобос должен представлять собой полое тело. Только при этом условии разреженная атмосфера Марса способна тормозить его движение в необходимой степени.

Проверка и дальнейшее развитие этой интересной научной гипотезы — дело будущего. На ее основе можно сделать ряд интересных предположений. Мало вероятно, чтобы полый спутник мог образоваться естественным путем. Остается предположить, что Фобос и Деймос — искусственные спутники, созданные разумными обитателями Марса — марсианами в отдаленном прошлом, когда цивилизация на этой планете достигала достаточно высокого уровня развития. Двигаясь в плоскости экватора, спутники Марса могли представлять собой обитаемые космические станции и выполнять разнообразные функции. Но об этом сейчас можно только гадать.

Однако в наши дни проблема, так долго мучившая астрономов, близка к разрешению. Недалеко время, когда автоматические ракеты приблизятся к Марсу и Венере, а затем опустятся на их поверхности, и тогда загадка существования жизни на других планетах солнечной системы наконец перестанет быть загадкой.

Первая межпланетная трасса была проложена советскими

учеными еще в 1960 году запуском межпланетной станции по направлению к планете Венера. 1 ноября 1962 года в Советском Союзе была запущена автоматическая межпланетная станция по направлению к планете Марс. Первых успехов добились в последнее время в этой области американские ученые. В декабре 1962 года американская станция «Маринер-2» достигла района планеты Венера. Тем самым положено вполне реальное начало принципиально новому методу планетной астрономии — изучению планет с помощью автоматических станций в непосредственной близости от их поверхности с последующей передачей полученных данных на Землю радиотелеметрией или по телевизионному каналу.

Если в космосе удастся обнаружить и исследовать растительные формы жизни, это не только откроет путь к более глубокому изучению целого ряда биологических проблем, но и будет иметь огромное практическое значение. Человек получит возможность исследовать приспособляемость жизни к условиям высоких и низких температур, безводных пустынь и горячих океанов и использовать эти ценнейшие сведения в практике сельского хозяйства.

Таково состояние вопроса и перспективы изучения жизни в нашей солнечной системе. Вместе с тем почти с полной уверенностью можно утверждать, что в ее пределах — по крайней мере в настоящее время — единственная планета, населенная разумными существами,— это наша планета Земля.

Существуют ли другие «солнечные системы»!

А как обстоит дело в других областях вселенной? Существуют ли в просторах космоса обитаемые миры? Есть ли на других небесных телах разумные существа, подобные человеку и достигшие высокого уровня цивилизации?

Каковы бы ни были формы разумной жизни, она, очевидно, может существовать только на планетах, несамосветящихся спутниках звезд. Поэтому проблема в значительной степени сводится к ответу на вопрос о том, существуют ли вокруг других звезд планетные системы, подобные солнечной.

Еще сравнительно недавно среди астрономов было распространено представление о том, что планетные системы, подобные солнечной,— величайшая редкость во вселенной.

Данные современной астрономии относительно происхождения Земли, солнечной системы и звезд свидетельствуют о том, что образование планетных систем представляет собой вполне закономерный этап в развитии некоторых классов звезд.

Но если у других солнц и существуют темные, холодные спутники, то как их обнаружить? Ведь даже ближайшие звезды настолько далеки от нас, что при наблюдении в самые мощные телескопы выглядят точками. Нечего и говорить, что такие небесные тела, как планеты, которые обладают гораздо меньшими, чем звезды, размерами и светят слабым, отраженным светом своих солнц, обнаружить непосредственными оптическими наблюдениями практически невозможно.

Однако было замечено, что некоторые звезды совершают своеобразные колебания, отклоняясь то в одну, то в другую сторону от своего обычного, «среднего» положения на небе. Расчеты, проведенные астрономами, показали, что это явление может объясняться только притяжением со стороны темных, планетообразных спутников, обращающихся вокруг таких звезд. Однако зарегистрировать подобные колебания чрезвычайно трудно, и пока что их удалось наблюдать лишь у нескольких звезд, причем значительная часть этих наблюдений требует еще дальнейшей тщательной проверки.

Пока существует лишь одна звезда, для которой подобную задачу можно считать разрешенной. Эта звезда находится в созвездии Лебедя и значится в современных звездных каталогах под номером 61. Первые упоминания о 61-й Лебедя относятся еще к середине XVIII столетия, а в 1725 году она уже вошла в один из звездных каталогов как двойная, то есть состоящая из двух звезд, обращающихся вокруг общего центра тяжести. В 1893 году немецкий астроном Вильзинг обнаружил, что расстояние между обеими звездами пары с течением времени меняется. На этом основании он высказал предположение, что у 61-й Лебедя есть темный спутник. В последующие годы на эту тему был опубликован целый ряд работ, содержащих весьма противоречивые результаты. Между тем к 1940 году в Пулковской обсерватории накопился огромный материал почти 40-летних фотографических наблюдений 61-й Лебедя, систематически проводившихся с 1902 года. Тщательный анализ 129 пластинок позволил советскому астроному А. Н. Дейчу не только подтвердить существование темного спутника 61-й Лебедя, но и определить его массу. Она оказалась равной двум сотым массы Солнца.

Если у нас пока нет возможности определить для каждой звезды в отдельности, есть ли у нее планетная система, то нельзя ли хотя бы примерно оценить общее количество звезд, обладающих планетами?

Оказывается, подобная возможность существует. Астроно-

мия выяснила, что все звезды, в том числе и наше Солнце, вращаются вокруг своих осей. Вращение Солнца, например, можно легко обнаружить по перемещению так называемых солнечных пятен.

Наблюдения показали, что разные звезды вращаются с различными скоростями. Наиболее быстрым вращением обладают горячие голубые звезды, а с понижением температуры скорость вращения постепенно уменьшается.

У звезд с температурой около 6500 градусов скорость вращения падает весьма резко. Если экваториальные области, расположенные на поверхности горячих голубых звезд, перемещаются со скоростью около 300—400 километров в секунду, то скорость вращения Солнца (поверхностная температура которого составляет около 6000 градусов) на экваторе достигает всего лишь 2—3 километров в секунду.

Таким образом, по скорости вращения все звезды можно разделить на две группы: быстровращающиеся и медленновращающиеся. При этом звезды первой группы вращаются приблизительно в пятьдесят — сто раз быстрее звезд второй группы.

Чем же можно объяснить существование этих двух групп и столь резкое различие между ними? Почему Солнце вращается так медленно? Любая система тел, обращающихся вокруг некоторого центра, обладает так называемым запасом вращения, который тем или иным образом распределен между ее членами. В солнечной системе примерно 98% запаса вращения приходится на долю планет и только около 2% — на долю самого Солнца. Но во всякой замкнутой механической системе тел, какой является и наша солнечная система, действует закон сохранения общего запаса вращения. Согласно этому закону запас вращения может как угодно перераспределяться между телами системы, но его общее количество всегда должно оставаться неизменным.

Представим себе на минуту, что все планеты солнечной системы присоединились бы к Солнцу, принеся с собой и весь тот запас вращения, каким они обладают. В результате Солнце стало бы вращаться значительно быстрее, и, что самое удивительное, как раз приблизительно в пятьдесят раз быстрее, чем в настоящее время. Таким образом, оставшись в одиночестве, Солнце перешло бы в группу быстровращающихся звезд.

С другой стороны, известно, что развитие горячих звезд идет в сторону постепенного понижения их поверхностных температур. В связи с этим напрашивается предположение, что молодое и «одинокое» Солнце вращалось с гораздо большей

скоростью, чем в наше время. «Обзаведясь» планетами, оно каким-то образом передало им значительную часть своего запаса вращения. Вполне возможно, что подобным же перераспределением запаса вращения объясняется и медленное вращение многих других звезд.

Интересно отметить, что среди звезд, расположенных в той же области Галактики, что и наша звезда — Солнце, значительная часть, если не большинство, как раз медленновращающиеся. И поэтому нет ничего невероятного в том, что нас окружает множество планетных систем. Всего же в Галактике из 100 с лишним миллиардов звезд, по-видимому, несколько миллиардов обладают планетами.

Разумеется, обиталищем жизни, тем более разумной, может служить далеко не каждая планета. Прежде всего, она должна располагаться в тепловом поясе жизни данной планетной системы, то есть не слишком близко и не слишком далеко от своей центральной звезды-солнца. Но так как в состав каждой из планетных систем входит несколько планет, то можно ожидать, что по крайней мере одна или две из них должны находиться в благоприятных тепловых условиях.

Обитаемые миры

Есть еще одно ограничение: планета не должна быть ни слишком большой, ни очень маленькой. Гигантские планеты обладают водородными атмосферами, исключающими возможность жизни. Примером таких планет могут в нашей солнечной системе служить Юпитер и Сатурн. Наоборот, маленькие планеты, подобные Меркурию, не способны удержать около себя атмосферную оболочку.

Но и этого мало. Высокоорганизованная жизнь может существовать лишь на тех планетах, которые обращаются вокруг достаточно старых звезд. Ведь процесс эволюции от момента зарождения простейших форм жизни до развития высших форм цивилизации требует значительных промежутков времени.

Наконец, центральная звезда должна обладать достаточно спокойным «характером». Ее излучение, подобно излучению нашего Солнца, должно оставаться неизменным на протяжении миллиардов лет.

Но если даже учесть все эти и еще некоторые другие требования, то все же получится, что в Галактике существует по крайней мере около миллиарда звезд, обладающих населенными планетами. Конечно, не везде жизнь возникала в одно и то же время, поэтому следует считать, что достаточно высокая цивилизация в современную эпоху существует лишь на нескольких миллионах планет. А если говорить о

непосредственных окрестностях Солнца, то можно ожидать, что в сфере радиусом около 100 световых лет, окружающей наше дневное светило, должны быть расположены одна-две подобные планетные системы.

Существуют, правда, и пессимистические взгляды на распространенность разумной жизни. Исходя из анализа процесса развития жизни на Земле, некоторые исследователи отмечают, что в истории нашей планеты было много узловых моментов, определявших направление дальнейшей эволюции органического мира. И то, что на каждом этапе эта эволюция пошла именно таким, а не каким-либо иным путем, зависело от чисто случайного стечения внешних условий. Ввиду этого высказывается мнение, что возникновение разумной жизни на Земле, возникновение человека есть будто бы результат осуществления длинной цепи совершенно случайных совпадений. Вероятность повторения точно такой же цепи случайностей на каком-либо другом небесном теле ничтожно мала. А отсюда делается вывод, что планеты, населенные разумными существами,— явление необычайно редкое во вселенной.

С подобной точкой зрения нельзя согласиться. Прежде всего, ее авторы придают слишком большое, определяющее значение случайности. Между тем опыт изучения природы убеждает нас в том, что необходимость, как правило, прокладывает себе дорогу через любые случайности. Одним из ярких примеров может служить то же развитие жизни на Земле. В самом деле, в различных районах нашей планеты, не сообщавшихся между собой, эволюция жизни шла своими путями, зависевшими от местных условий. И все же она привела к человеку. Но дело не только в этом. Никто и не утверждает, что разумная жизнь на других космических мирах должна существовать в тех же формах, что и на Земле, а жители других планет должны походить на людей, отличаясь от них только несущественными деталями.

В своей «Диалектике природы» Ф. Энгельс отмечал, что жизнь представляет собой особую форму существования белковых тел. Однако само собой разумеется, что при этом Энгельс имел в виду земную жизнь, то есть жизнь, развившуюся в конкретных условиях нашей планеты. У нас нет никаких разумных оснований отрицать возможность иных форм жизни, не похожих на земные. Так, основу живого вещества на Земле составляют углеродные соединения. В то же время известно, что существуют аналогичные химические соединения, в которых место углерода занимает другой химический эле-

мент — кремний. Пока что все это лишь теоретические соображения: кремниевой жизни еще никогда никто не наблюдал, но не исключена возможность, что жизнь может существовать на тех планетах, где температура слишком высока для нашей земной жизни: ведь хорошо известно, что кремниевые соединения принадлежат к числу термостойких материалов.

Основной жизненной средой для земных организмов служит вода. Можно представить себе и другую жизненную среду, например аммиачную. Если земные живые организмы дышат кислородом и пьют воду, то аммиачные живые организмы должны дышать азотом и пить аммиак. Жидкий аммиак существует только при низких температурах порядка —100 градусов. И если кремниевая жизнь может населять горячие планеты, то аммиачные живые организмы могут быть обитателями холодных небесных тел.

С этой точки зрения тепловой пояс жизни солнечной системы, о котором шла речь выше, определяет лишь возможные границы распространенности жизни земного типа. Не исключено, что жизнь возможна и за его пределами, например на такой планете, как Юпитер, который окружен аммиачно-водородной атмосферой и где температура никогда не поднимается выше —140—150 градусов.

Предположения о возможности кремниевых и аммиачных форм жизни вытекают из наших земных представлений. Но вполне возможно, что в бесконечных просторах вселенной существует и такая жизнь, которую мы пока что даже не можем себе представить.

Через просторы вселенной

Если дело обстоит таким образом и на других космических мирах действительно обитают разумные существа, возникает естественный вопрос о возможности взаимных контактов между различными цивилизациями и обмена информацией.

Еще вчера подобные идеи можно было бы отнести к области чистой фантазии, однако бурное развитие науки делает такую возможность вполне реальной. В настоящее время достигнут колоссальный прогресс в радиотехнике, обеспечивающий практическую возможность устанавливать радиосвязи на огромных космических расстояниях. Достаточно вспомнить хотя бы недавние опыты советских астрономов по радиолокации планеты Венера, когда мощный сигнал, посланный в направлении этой планеты, отражался от ее поверхности и, преодолев в общей сложности около 80 миллионов километров, улавливался приемной аппаратурой. А телескоп-гигант с крестообразной антенной,

установленный на радиоастрономической станции под Москвой, способен улавливать радиоволны, приходящие с расстояний, равных миллиардам световых лет.

Однако увеличение чувствительности и мощности приемопередаточных устройств не единственная проблема, которую необходимо решить для установления межпланетных и межзвездных радиосвязей.

Прежде всего необходимо создать такие приемники радиоволн, которые могли бы безошибочно выбирать из «океана» космических помех и шумов нужный сигнал.

Немалых успехов можно достичь в этом направлении путем усовершенствования конструкций радиоприемных устройств. Но все же «обычная» радиотехника не способна полностью решить эту задачу.

В проводниках и лампах любого радиоустройства всегда есть свободные электроны. Участвуя в хаотическом тепловом движении, они порождают случайные колебания тока, в результате чего возникают так называемые внутренние шумы, во многих случаях перекрывающие нужный сигнал.

Можно ли бороться с подобным явлением? В принципе можно, но для этого надо понизить температуру и тем самым ограничить или полностью ликвидировать тепловое движение электронов. К сожалению, ни обычные радиолампы, ни даже полупроводники при низких температурах работать не могут. Тогда взоры радиофизиков обратились к радиостанциям, созданным самой природой,— атомам.

Каждый атом представляет собой маленькую электрическую систему, в которой отрицательные электроны обращаются вокруг положительного ядра. При некоторых условиях такая система может излучать электромагнитные волны строго определенной длины. Нельзя ли использовать это свойство и, заставляя согласованно работать достаточно большое число атомов, вырабатывать и усиливать электромагнитные волны, добиваясь при этом чрезвычайно высокого постоянства частоты?

Впервые подобная идея была высказана еще в 1940—1941 годах советским физиком профессором В. А. Фабрикантом. В 1952 году советскими учеными Н. Г. Басовым и А. М. Прохоровым и независимо от них физиками в США и Канаде был предложен новый принцип генерации и усиления электромагнитного излучения с помощью атомов. Эти идеи оказались необычайно плодотворными и положили начало новой области физики — квантовой электронике, или, как ее иногда называют, атомной радиотехнике.

Уже первые опыты дали блестящие результаты. В 1954—1955 годах удалось создать первые квантовые генераторы колебаний. Они действовали за счет поглощения и излучения электромагнитных волн в пучке молекул аммиака и получили название молекулярных генераторов. В последующие годы в Советском Союзе и США были созданы и другие приборы, работающие на аналогичном принципе.

Выступая с трибуны XXII съезда Коммунистической партии Советского Союза, президент Академии наук СССР академик М. В. Келдыш особо подчеркнул важное значение этого многообещающего направления современной физики для перспектив развития всей советской науки.

Отличительная особенность атомных генераторов электромагнитных колебаний — невиданная ранее стабильность работы. Построенные на базе одного из таких генераторов, астрономические часы позволяют, например, измерять время с точностью до одной секунды за триста лет. Но и такая точность не предел. Расчеты показывают, что в ближайшем будущем она может быть повышена в несколько десятков раз.

Наряду с чрезвычайно высокой стабильностью атомные радиоустройства обладают еще одним важным преимуществом: они не боятся холода и могут работать при любой температуре, даже близкой к абсолютному нулю. Это позволяет почти полностью избавиться от внутренних шумов и повысить чувствительность приемных устройств в сотни раз по сравнению с обычными. А если антенны «атомных радиоприемников» вынести за пределы земной атмосферы и поместить на космических кораблях или искусственных спутниках Земли, то чувствительность их удастся увеличить в еще большей степени. Все это, в принципе, позволяет уже сейчас приступить к поискам искусственных радиосигналов, быть может посылаемых в мировое пространство жителями ближайших к нам планетных систем.

Возможен ли контакт с другими цивилизациями!

Одна из возможностей состоит в том, что нам удастся «подслушать» широковещательную радиопрограмму, которую «передает в эфир» одна из радиостанций обитаемой планеты. Но практически это вряд ли осуществимо, так как для планетарного радиовещания на других обитаемых мирах скорее всего, как и у нас на Земле, применяются такие радиоволны, которые не выходят за пределы атмосферы.

Другая возможность заключается в том, чтобы «перехватить» радиоразговор между двумя обитаемыми планетами.

Правда, успех подобного предприятия также весьма сомнителен. Если даже радиосвязь между населенными планетами действительно существует, то скорее всего она осуществляется остронаправленными, узкими пучками радиоволн. Мало вероятно, чтобы наша Земля при своем движении в космическом пространстве как раз пересекла такой пучок. С дальнейшим развитием космических полетов и созданием большого количества автоматических межпланетных станций возможности подобного «радиоперехвата» несколько возрастут. Все же наиболее перспективен прием космических радиосигналов, специально передаваемых разумными обитателями одной из планет «на всю вселенную».

Но тогда возникает другая трудность. Приемная аппаратура должна работать на какой-то определенной длине волны. Значит, для успеха предприятия мы должны знать, на каких волнах производят свои космические радиопередачи жители других миров. Вряд ли это могут быть длинные волны, так как они подвержены сильным радиопомехам. Чтобы избежать помех, необходимо вести космическую радиопередачу на волнах короче 30 сантиметров. Существует, по-видимому, и нижний предел — волны длиной 1 сантиметр. Дело в том, что еще более короткие радиосигналы сильно поглощаются атмосферой и по этой причине вряд ли могут быть использованы жителями других планет, если только они не ведут свои радиопередачи с заатмосферных станций. Существуют некоторые дополнительные соображения, по-видимому позволяющие указать необходимую волну с еще большей точностью. Наиболее значительные успехи современной радиоастрономии тесно связаны с исследованием радиоизлучения межзвездного водорода на волне 21 сантиметр. Эти работы позволили решить целый ряд интереснейших проблем, связанных с изучением нашей звездной системы Галактики и других звездных островов вселенной. Нет никаких сомнений в том, что и на любой другой планете развитие науки должно рано или поздно привести к открытию излучения межзвездного водорода на волне 21 сантиметр и использованию связанных с этим исследовательских возможностей. А это, в свою очередь, предполагает наличие достаточно мощной радиоаппаратуры, специально предназначенной для работы на этой волне. Поэтому есть все основания предполагать, что, осуществляя попытку установления космических радиосвязей, жители других миров, рассуждая примерно таким же образом, как рассуждаем мы, и используя имеющуюся в их распоряжении радиоаппаратуру, скорее всего выберут волну именно длиной 21 сантиметр.

Правда, передача на этой волне имеет один серьезный недостаток: сильный фон космических радиошумов. Гораздо выгоднее в этом отношении использование волны вдвое более короткой, на которой шумы практически отсутствуют. Это значит, что радиопоиск надо вести не только на волне 21 сантиметр, но и на волне 10,5 сантиметра.

Разумеется, жители других миров при выборе наиболее подходящей длины волны могут исходить из своих, местных соображений, отличающихся от наших. Но поскольку эти соображения неизвестны, нам не остается ничего другого, как пытаться обнаружить разумную радиопередачу на указанных выше волнах.

Несколько лет назад два молодых американских астронома — Ф. Дрейк и У. Уотмен в национальной обсерватории США Грин-Бэнк разработали специальный проект, который предусматривал изготовление высокочувствительной радиоаппаратуры, специально предназначенной для приема радиоволн длиной 21 сантиметр. В 1960 году она была изготовлена и установлена на большом радиотелескопе с антенной поперечником в 25 метров. С помощью этой установки под руководством Отто Струве, племянника знаменитого основателя Пулковской обсерватории, в течение 175 часов осуществлялся прием радиосигналов, идущих от сравнительно близких к нам звезд — Тау Кита и Эпсилон Эридана, звезд, которые по своим физическим характеристикам напоминают наше Солнце. Все сигналы многократно усиливались, записывались на пленку и анализировались с помощью специальной электронно-вычислительной машины, которая в хаосе космических радиоволн пыталась обнаружить искусственные сигналы.

Первый опыт не увенчался успехом. Но не исключена возможность, что со временем, когда подобные наблюдения будут осуществляться по более широкой программе, такой успех будет достигнут. Тогда в соответствующем направлении можно будет послать ответный сигнал.

Со временем можно будет организовать также передачу мощных радиосигналов с Земли в направлении тех звезд, вокруг которых наиболее вероятно существование планетных систем.

В связи с открывающимися перспективами возможных радиоконтактов с другими цивилизациями возникает целый ряд принципиальных вопросов, и прежде всего: сможем ли мы понять друг друга? Мы не знаем языков, на которых говорят жители других миров, но эта трудность вполне преодолима, так как существует универсальный, «межзвездный» язык — язык математических отношений, которые везде должны быть похожими

друг на друга. И для того, чтобы искусственные радиосигналы можно было отличать от естественных, на первых порах придется передавать последовательные числа натурального ряда, то есть 1, 2, 3, 4 и т. д., или какие-либо другие математические соотношения.

Не исключена возможность, что определенные указания о том, в каких направлениях расположены обитаемые миры, удастся получить не при помощи радиоустройств, а какими-либо другими методами.

Недавно известный американский физик Дайсон выдвинул еще одну весьма любопытную идею обнаружения населенных миров с высоким уровнем развития цивилизации.

— Чем выше уровень общества разумных существ,— утверждает Дайсон,— тем скорее его созидательная деятельность может быть обнаружена на космических расстояниях.

Опыт истории человечества убеждает нас в том, что развитие общества неразрывно связано с овладением все новыми и новыми источниками энергии. Непрерывный рост энергетических потребностей, а также истощение природных запасов топлива неизбежно приводят к тому, что люди все время стараются изыскать новые резервы энергии. Одним из таких перспективных источников энергии является Солнце. Ежесекундно с его поверхности излучается такое количество тепла, что с его помощью можно было бы растопить слой льда толщиной в тысячу километров, окружающий шар, равный по размерам Земле. Чтобы получить такое же количество энергии, пришлось бы сжечь 11,5 миллиарда тонн каменного угля. Но Солнце излучает свое тепло равномерно по всем направлениям. На долю нашей планеты приходится лишь его одна двухмиллиардная часть. Все остальное рассеивается в космическом пространстве и теряется для нас безвозвратно.

Всегда ли человечество будет мириться с таким положением? Дайсон считает, что не всегда. По его мнению, наступит время, когда люди, раздробив самую большую планету солнечной системы — Юпитер, создадут из его вещества искусственную шаровую оболочку толщиной в несколько метров, окружающую Солнце и расположенную от него на расстоянии, примерно вдвое большем, чем Земля. Тем самым была бы получена огромная поверхность, пригодная для жизни и промышленного развития.

По мысли Дайсона, многие цивилизации уже могли соорудить подобные «сферы жизни» около своих звезд-солнц. Такие сферы неизбежно должны излучать значительное количество

тепловых лучей, и поэтому их можно обнаружить даже с помощью обычных телескопов.

Подобные наблюдения, правда, не могут сами собой решить вопроса о контакте с другими цивилизациями, но они могут зато указать, в каких направлениях вести наши радиопоиски.

Поймем ли мы друг друга?

В случае, если нам удастся принять из космоса искусственные сигналы внеземной цивилизации, перед нами встанет весьма сложная задача их расшифровки. На помощь придут электронно-вычислительные машины. Достаточно вспомнить успешную расшифровку древних рукописей народа майя, проведенную в короткий срок учеными Сибирского филиала Академии наук методами кибернетики и электронно-вычислительной техники. А ведь над этими рукописями на протяжении ряда десятилетий безуспешно трудились исследователи многих стран. Подобными же методами, вероятно, удастся раскодировать и ту информацию, которая будет содержаться в искусственных космических радиосигналах. Если двухсторонний контакт будет установлен, то со временем бесспорно удастся выработать более совершенные способы общения.

Вторая трудность связана с масштабами межзвездных расстояний. Даже если обитаемые планеты окажутся расположенными около соседних к нам звезд, один обмен радиограммами займет десятки лет. Но в действительности дело обстоит еще сложнее. По подсчетам астрономов, наиболее вероятное расстояние между двумя ближайшими высокоразвитыми цивилизациями таково, что один радиоразговор между ними потребует тысячелетий. Вряд ли такой «затянувшийся» разговор может представлять практический интерес. Вероятно, выход состоит в том, чтобы после установления первого контакта передавать по каналу связи всю имеющуюся в нашем распоряжении информацию, не дожидаясь ответа. Таким же образом должны поступить, со своей стороны, и жители другой планеты. На этом этапе, возможно, возникнет необходимость установления постоянных двухсторонних каналов связи, обеспечивающих передачу информации. Решить такую задачу можно лишь при условии направленной радиопередачи, когда вся энергия передатчика концентрируется в сравнительно узком пучке. В противном случае энергия будет быстро рассеиваться в пространстве и передача радиосигналов потребует чудовищной мощности передатчиков и огромных энергетических затрат.

Кроме того, космический радиоканал должен отличаться высоким постоянством частоты. Это позволит настраивать прием-

ную аппаратуру на волну строго определенной длины и значительно улучшить условия дальней связи.

Наконец, желательно осуществлять космические радиопередачи с помощью высокочастотных колебаний, то есть на весьма коротких волнах. Чем выше частота, тем больший объем информации можно передать по каналу связи в единицу времени.

В первой части нашей книги мы уже познакомили читателя с так называемыми лазерами — генераторами электромагнитных волн в оптическом диапазоне. Высокая частота световых колебаний позволяет передавать по лучу лазера чрезвычайно большой объем информации. Достаточно сказать, что по одному оптическому игольчатому электромагнитному каналу может быть одновременно передано до нескольких десятков тысяч телевизионных программ, не говоря уже о телефонных разговорах. Высокочастотное оптическое излучение, создаваемое лазером, может быть сконцентрировано в весьма узком, игольчатом пучке. Это открывает возможность значительного увеличения дальности связи: ведь чем тоньше пучок электромагнитных волн, тем больше мощность излучения.

И если когда-нибудь с помощью лазеров удастся установить двухсторонний канал связи с другой цивилизацией, то по игольчатому лучу оптических радиоволн потечет в обе стороны необозримый поток информации о накопленном опыте.

Не окажутся ли наши интересы столь непохожими, а наши знания относящимися к столь различным областям, что обмен ими не представит для обеих сторон никакой ценности?

Может ли представлять информация, полученная от разумных обитателей другой планеты, практический интерес для нас, жителей Земли, заранее ответить трудно, ибо мы не знаем ни уровня развития наших будущих радиопартнеров, ни тех специфических условий, в каких они живут. Все же можно ожидать, что какие-то точки соприкосновения между различными цивилизациями, в особенности если они расположены в пределах одной галактики, бесспорно найдутся. История человечества показывает, что в развитии науки закономерно наступает такой момент, когда для дальнейшего успешного движения вперед она вынуждена покинуть планетарные рамки и выйти в космос. Можно думать, что подобный этап неизбежен и для любой другой цивилизации.

Земное человечество уже достигло достаточно высокого уровня развития, оно овладело могучими силами природы и способно самостоятельно решать возникающие перед ним задачи. Но это вовсе не исключает той пользы, которую могут

извлечь цивилизации из взаимного обмена информацией. Они могут получить таким путем сведения об открытиях, им еще неизвестных, а также важные данные о специфических условиях и процессах, протекающих в отдельных областях пространства, сведения, сопоставление которых с имеющимися данными значительно расширит научные представления о природе.

Кроме того, совместными усилиями различных цивилизаций могут осуществляться одновременные научные наблюдения в разных точках Галактики по согласованной программе. Ведь даже наша земная наука знает такие проблемы, которые могут быть успешно решены только с помощью согласованных наблюдений по всему земному шару, вспомним хотя бы Международный геофизический год. И можно себе представить, что когда-нибудь будет проведено нечто вроде межзвездного галактического года, в котором примут совместное участие разумные обитатели различных планет.

В. И. Ленин о космических связях

В. И. Ленин придавал огромное значение возможности связей и обмена информацией с другими космическими цивилизациями. Недавно в печати была опубликована сделанная английским писателем Гербертом Уэллсом запись его знаменитой беседы с В. И. Лениным. Во время этой беседы, касаясь вопроса о космическом будущем человечества, В. И. Ленин подчеркнул, что установление межпланетных связей не только неизбежно приведет к пересмотру всех наших философских, социальных и моральных представлений, но и сделает безграничным технический потенциал человечества. Более того, В. И. Ленин отметил, что подобное достижение науки имело бы и огромные последствия социального характера: оно положило бы конец насилию как средству и методу прогресса.

Космическая радиосвязь — далеко не единственная возможность общения различных цивилизаций и обмена информацией. Замечательные достижения советской науки и техники последних лет в области освоения космического пространства сейчас уже не оставляют никаких сомнений в возможности межпланетных и межзвездных перелетов и непосредственного посещения жителями Земли других небесных тел.

Подобные полеты связаны с преодолением огромных расстояний. Ближайшая из звезд — Проксима Центавра столь далека от нас, что луч света пробегает его лишь за $4\frac{1}{3}$ года. Космическая ракета даже при огромной скорости, около 100 тысяч километров в час, добралась бы до этой звезды лишь через

50 тысяч лет. А ведь такая скорость более чем в три раза превышает скорость движения искусственных спутников Земли.

Другие звезды, не говоря уже о галактиках, расположены еще дальше.

На первый взгляд может показаться, что неутомимый бег времени навсегда преградил человеку путь в «большой космос».

Но нельзя ли все же найти какой-нибудь выход из этого затруднительного положения? Нельзя ли победить время?

На машине времени

Кто не читал увлекательного романа знаменитого английского писателя Герберта Уэллса «Машина времени»?

«Я надавил рычаг до отказа. Сразу наступила темнота, как будто потушили лампу, а в следующее мгновение уже рассвело. Я неясно различал лабораторию, которая становилась все более и более туманной. Вдруг наступила ночь, затем снова день, снова ночь, снова день и так далее все чаще и чаще.

...Скоро смутное ощущение окружающей меня лаборатории внезапно исчезло, и я увидел солнце, каждую минуту делающее новый день... я мчался по времени слишком быстро, чтобы замечать подробности».

Так герой романа описывает свое необыкновенное путешествие в прошлое и будущее нашей планеты, которое он совершает с помощью фантастической машины времени. Ему удается встретиться с нашими предками и потомками, а затем после целого ряда удивительных приключений благополучно вернуться «домой».

В наш век бурного развития науки и техники фантазия становится реальностью. Осуществились и многие фантастические предположения, принадлежащие перу Уэллса. Однако построить машину времени, которая позволяла бы проникать в прошлое и будущее, а затем возвращаться обратно в современность, увы, принципиально невозможно. И тем не менее один способ путешествия во времени все же существует. Его открыла теория относительности.

В мировом пространстве в различных направлениях мчатся с огромными скоростями ядра атомов водорода, гелия и некоторых других химических элементов — космические лучи.

Четверть века назад в составе космического излучения были обнаружены частицы, способные совершенно свободно, почти не отклоняясь, проходить сквозь очень толстые слои свинца. Исследования показали, что новые частицы во много раз тяжелее электронов и в то же время легче протонов, ядер атомов водо-

рода. В связи с этим их назвали мезонами, что означает средний, или промежуточный.

Вскоре выяснилось, что мезоны отличаются от других известных частиц своей недолговечностью. Жизнь подобной частицы продолжается ничтожное мгновение, всего около двух миллионных долей секунды, после чего мезон распадается.

Несколько лет назад особое внимание физиков привлекла одна из разновидностей подобных частиц — так называемые мю-мезоны. Мезонов этого типа довольно много в земной атмосфере. Они рождаются в ее верхних слоях в результате взаимодействия первичных космических лучей с ядрами атомов воздуха. Однако простой расчет показывает, что эти мезоны не могут достигать поверхности Земли. Для этого частица, родившаяся в верхних слоях атмосферы, должна пролететь по крайней мере несколько сот километров. Но, даже двигаясь со скоростями, близкими к скорости света, мезоны за краткие мгновения своей жизни способны в среднем пролететь не более нескольких десятков метров.

Несмотря на это, ученые установили, что у самой поверхности Земли на уровне моря мезоны составляют весьма значительную часть космического излучения. Возник вполне законный вопрос: откуда они берутся здесь в таком большом количестве?

Оставалось допустить, что по крайней мере некоторая часть мю-мезонов каким-то образом все же проникает на уровень моря из верхних слоев атмосферы.

С другой стороны, совершенно очевидно, что подобное путешествие возможно лишь в том случае, если время движущегося мезона течет значительно медленнее, чем обычное земное.

Возможно ли это?

Абсолютно ли время?

Наши часы могут отставать и спешить, они могут даже вовсе останавливаться. Но мы привыкли к тому, что само время всегда течет одинаково: и в мчащемся по дороге автомобиле, и в подводной лодке, и в поезде, и в самолете. Другими словами, мы привыкли считать, что ход абсолютно точных часов не зависит от того, каким образом они движутся. Однако развитие науки показало, что этот закон, как, впрочем, и многие другие законы физики, справедлив только при определенных условиях.

Исследования Эйнштейна и других ученых показали, что при больших скоростях, сравнимых со скоростью света, многие физические процессы протекают существенно иначе, чем в обычных условиях. Поэтому законы классической механики для описания подобных явлений неприменимы. В частности, путем

теоретических расчетов было показано, что в любой движущейся системе, например в космической ракете, время течет медленнее, чем в той системе, мимо которой она проносится, например на Земле.

Абсолютно точные часы, установленные внутри межпланетного корабля, несущегося в мировом пространстве, должны все время отставать по сравнению с земными часами, и отставание будет тем значительнее, чем больше скорость движения. При небольших скоростях этот эффект, предсказываемый теорией относительности, ничтожно мал и практически неощутим. И хотя, строго говоря, и в движущемся автомобиле, и в вагоне идущего по рельсам поезда, и в кабине летящего самолета часы идут несколько медленнее часов, неподвижно укрепленных на Земле, мы этого никогда не замечаем: слишком мала скорость движения всех этих видов транспорта в сравнении со скоростью света.

Если даже установить часы на искусственном спутнике Земли, скорость которого составляет около 30 тысяч километров в час, то и в этом случае эффект отставания все еще был бы весьма незначителен. За целый год часы отстали бы от земных всего на одну сотую долю секунды. И только при огромных скоростях, приближающихся к скорости света, эффект замедления времени может оказаться ощутимым.

И уже для мезона, мчащегося с такой скоростью, его собственное время течет во много раз медленнее, чем земное. Именно благодаря этому мезоны, родившиеся в верхних слоях атмосферы, несмотря на свою краткую, с нашей, земной точки зрения, жизнь, все же успевают долетать до поверхности Земли.

В последние годы этот факт получил прямое подтверждение в лабораторных условиях. Исследуя однородные пучки мю-мезонов, физики установили, что продолжительность их жизни непосредственно зависит от скорости движения.

Таким образом, у современной науки есть прямые доказательства того, что течение времени действительно зависит от скорости движения, как это и предсказывала теория относительности.

А это значит, что перед человеком открывается заманчивая перспектива путешествий не только в пространстве, но и во времени. И если бы удалось построить ракету, способную двигаться со скоростью, близкой к скорости света, то для ее пассажиров и время, и все физические и биологические процессы протекали бы во много раз медленнее, чем для людей, оставшихся на Земле. Благодаря этому, возвратившись обратно, такие

путешественники оказались бы намного моложе своих современников. И, чем меньше отличалась бы скорость движения ракеты от скорости света, составляющей, как известно, около 300 тысяч километров в секунду, тем значительнее оказался бы выигрыш во времени. При движении со скоростью 255 тысяч километров в секунду за то время, в течение которого часы, установленные в ракете, отсчитывают 12 месяцев, на Земле пройдет вдвое больше времени. При скорости же, равной 299 тысячам километров в секунду, выигрыш во времени достигнет сказочной величины. Постарев на один год за время своего путешествия, пассажир такой ракеты, возвратившись на Землю, обнаружил бы, что за время его отсутствия здесь пробежало ни много ни мало 375 лет.

Подобное замедление отнюдь не предел. Выигрыш во времени может достичь даже нескольких тысяч лет.

Таковы заманчивые перспективы, которые нам рисует теория относительности. Правда, некоторые ученые утверждают, что выигрыш во времени исчезнет при возвращении на Землю, когда вследствие необходимого замедления движения процессы будут идти в обратном направлении.

Возможно ли путешествие во времени?

Теория теорией, а можно ли осуществить путешествие во времени практически? Для того чтобы ракета могла развить скорость, близкую к скорости света, потребуется затрата грандиознейших количеств энергии, не говоря уже о том, что при движении с подобными скоростями даже необычайно разреженная межзвездная среда будет оказывать космическому кораблю такое же сопротивление, как если бы она была твердым телом.

Постепенно овладевая все новыми и новыми силами природы, все более и более мощными источниками энергии, человек познает все новые и новые закономерности, и можно думать, что грядущее человечество окажется способным решить и эти труднейшие задачи.

Космические расстояния не помеха для общения населенных миров и обмена информацией. И нет сомнения в том, что в бесконечной вселенной подобное общение уже осуществляется в широких масштабах и что наступит время, когда в него включится и земное человечество.

Одной из характерных попыток обосновать религиозную картину мира исходя из современных астрономических данных является распространенная до настоящего времени в зарубежной науке гипотеза так называемой расширяющейся вселенной.

Еще в 1922 году ленинградский математик А. Фридман выдвинул идею, которая явилась новым важным шагом в развитии представлений о вселенной.

Фридман предположил, что средняя плотность материи в пространстве не является постоянной, а меняется с течением времени. Решая с этой точки зрения уравнение тяготения Эйнштейна, Фридман пришел к выводу, что достаточно большая область вселенной, равномерно заполненная материей, не может находиться в состоянии равновесия: она должна либо расширяться, либо сжиматься.

Расширение или сжатие материальной системы может происходить различными способами. Представьте себе, что несколько человек растягивают во все стороны круг листовой резины, центр которого неподвижно закреплен. Это будет расширение от одного общего центра — все точки растягивающейся резины как бы убегают в разные стороны от одной неподвижной точки. Может быть и другой случай, когда в расширяющейся системе нет ни одной неподвижной точки; иными словами, нет центра расширения. При таком расширении две любые точки системы с течением времени будут удаляться друг от друга. А это означает, что, в какой бы точке подобной системы ни располагался наблюдатель, у него будет создаваться иллюзия, что он находится именно в центре расширения.

Но как ведут себя реальные галактики? Чтобы ответить на этот вопрос, надо изучить, как движутся звездные острова вселенной. Это можно сделать путем анализа световых лучей, которые они испускают.

Свет и спектр

Если пропустить луч света через прямоугольную щель, а затем через стеклянную трехгранную призму, то, проходя сквозь стекло, световые лучи разных длин волн, то есть разных цветов, входящих в состав солнечного света, испытают различные преломления. Вследствие этого наружу они выйдут под разными углами. Опыт показывает, что, чем короче длина волны, то есть чем больше частота колебаний, тем сильнее отклонится световой луч к основанию призмы. Если теперь поставить на пути образовавшегося

светового «веера» белый экран, то мы, очевидно, получим на нем ряд параллельных друг другу изображений щели разных цветов. Если источник света излучает все длины волн, а вещество призмы пропускает их, на экране возникает сплошная цветная полоска с постепенным переходом цветов от красного и оранжевого через желтый, зеленый и голубой к синему и фиолетовому — так называемый непрерывный спектр. При этом меньшим частотам будет соответствовать красный конец спектра, а большим — фиолетовый. Пример подобного спектра хорошо известен. Это знакомая всем радуга, которая как раз и представляет собой не что иное, как разложение солнечных лучей в мельчайших водяных каплях.

В других случаях спектры состоят из некоторого, иногда очень большого числа отдельных линий. Их расположение в спектре строго соответствует излучению определенного химического элемента. Спектр — это как бы паспорт химического элемента. Другими словами, каждый химический элемент излучает всегда одни и те же строго определенные длины световых волн. По положению спектральных линий можно судить и о характере движения источника излучения.

Принцип Допплера

В 1842 году австрийский физик Христиан Допплер высказал предположение, что число звуковых колебаний, приходящих в течение одной секунды от источника звука к приемнику, непосредственно зависит от скорости перемещения источника по отношению к приемнику. Каждому из вас, вероятно, не раз приходилось слышать, как звук свистка приближающегося электровоза кажется высоким, но сейчас же резко понижается, как только электровоз, промчавшись мимо, начинает удаляться. Таким образом, воспринимаемая нами частота колебательного процесса — а ведь звук — это не что иное, как колебания воздуха,— при приближении источника колебаний *возрастает*, а при удалении — *понижается*. Почему же это происходит?

Представим себе, что артиллерийское орудие, установленное на борту корабля, стреляет по мишени, расположенной в 10 километрах на берегу, и выпускает шесть снарядов в минуту, то есть производит выстрел каждые 10 секунд. Условимся для простоты, что наши снаряды летят по прямой линии с постоянной скоростью, равной 500 метрам в секунду, и, таким образом, преодолевают расстояние от орудия до мишени за 20 секунд.

Если корабль неподвижен, то первый снаряд попадет в мишень через 20 секунд после начала стрельбы, а последующие один за другим с равными интервалами в 10 секунд. Иными сло-

вами, частота попаданий снарядов в мишень будет совпадать с частотой выстрелов.

Но если корабль придет в движение, картина сразу изменится. Представим себе сначала, что корабль приближается к берегу со скоростью 10 метров в секунду. Тогда за время, отделяющее один выстрел от другого, то есть за 10 секунд, корабль подойдет к берегу на 100 метров. Но 100 метров наш снаряд пролетит за 0,2 секунды. Следовательно, в результате сокращения расстояния каждый очередной снаряд будет преодолевать его на 0,2 секунды быстрее предыдущего.

Условимся, что первый выстрел сделан с расстояния 10 километров ровно в 12 часов дня. Тогда первый снаряд попадет в мишень в 12 часов 20 секунд. Второй снаряд вылетит из орудия в 12 часов 10 секунд и попадет в мишень в 12 часов 29,8 секунды. Третий вылетит в 12 часов 20 секунд и достигнет цели в 12 часов 39,6 секунды и т. д.

Таким образом, благодаря приближению корабля интервал времени между попаданиями снарядов в мишень сократится с 10 секунд до 9,8 секунды. В этом случае частота попаданий будет превышать частоту выстрелов.

Если корабль будет двигаться в два раза быстрее, то частота попаданий снарядов в мишень увеличится (интервал сократится еще на 0,2 секунды). При движении корабля в обратном направлении результат окажется противоположным: частота попаданий будет ниже частоты выстрелов.

Приблизительно то же самое происходит и при распространении звуковых волн и вообще при любом колебательном процессе. А так как свет представляет собой электромагнитные колебания, то при движении источника света, например звезды или галактики, относительно наблюдателя также должно происходить изменение длин воспринимаемых световых волн. При удалении светящегося объекта линии в его спектре сместятся к его красному концу, а в случае приближения — к фиолетовому.

В 1917 году при изучении света, приходящего к нам на Землю от далеких галактик, было обнаружено красное смещение спектральных линий, которое, как мы уже знаем, характерно для тех случаев, когда источник света удаляется от наблюдателя. В дальнейшем красное смещение было обнаружено в спектрах почти всех галактик, за исключением нескольких ближайших к нам. При этом оказалось, что, чем дальше расположена от нас данная галактика, тем больше сдвиг спектральных линий. Все это давало основания предпо-

лагать, что почти все известные нам звездные системы удаляются от нас с огромными скоростями, в сотни, тысячи и десятки тысяч километров в секунду, причем более далекие галактики обладают бóльшими скоростями. Другими словами, получалась картина движения галактик, хорошо согласующаяся с теоретическими выводами Фридмана. Правда, впоследствии был предпринят целый ряд попыток объяснить красное смещение не удалением галактик, а какими-либо другими причинами, но ни одна из них не увенчалась успехом.

В настоящее время допплеровская природа красного смещения линий в галактических спектрах может считаться доказанной. В 1955 году было исследовано радиоизлучение водорода от звездной системы, расположенной в области созвездия Лебедя и удаленной от нас на расстояние около 300 миллионов световых лет. При этом оказалось, что красное смещение наблюдается не только в видимой части спектра этого объекта, но и в области радиоволн. Это окончательно убедило ученых в том, что явление красного смещения вызвано реальным движением галактик.

Разбегаются ли галактики?

Галактики действительно разбегаются во всех направлениях, и это разбегание происходит повсеместно, оно не имеет единого центра; наша Метагалактика находится в состоянии непрерывного расширения. На основе этого реального факта усилиями ряда буржуазных ученых была разработана гипотеза расширяющейся вселенной, которая во многих отношениях напоминает гипотезу «тепловой смерти» мира.

Согласно этой гипотезе, несколько миллиардов лет назад вся материя вселенной была сосредоточена в сравнительно небольшом объеме, где она находилась в состоянии сверхчудовищной плотности. Затем по неизвестной причине началось расширение этого объема, в результате которого образовались галактики, звездные и планетные системы. Расширение продолжается и по сей день. В каждый данный момент вся вселенная заключена в конечном объеме, радиус которого все время возрастает. Некоторые сторонники этой гипотезы к тому же утверждают, что со временем расширение сменится сжатием, которое якобы приведет к гибели *всей* материальной вселенной.

Нетрудно видеть, что теория расширяющейся вселенной пытается в новом виде возродить и «научно» обосновать религиозные представления о творении мира, о первом толчке и о грядущей гибели вселенной.

В 1952 году во время беседы с астрономами — участниками VIII Международного конгресса в Риме папа Пий XII прямо заявил, что астрономы, наблюдая красное смещение... как бы присутствуют при сотворении вселенной богом.

В ногу с католической церковью шагают и многие буржуазные ученые. Английский астрофизик Милн избрал в качестве эпиграфа к своей книге «Структура мира и расширение вселенной» первые слова Библии: «В начале сотворил бог небо и землю».

Другой известный идеалист, западногерманский физик Иордан, в своей книге «Физика двадцатого века», вышедшей в Нью-Йорке в 1944 году, утверждал, что «не только атомы, звезды и системы млечных путей, но также и пространство и время» были сотворены «10 миллиардов лет тому назад».

Не свидетельствует ли и в самом деле красное смещение в пользу религиозных представлений о сотворении мира?

В самом утверждении о разбегании галактик, разумеется, нет ничего идеалистического, это разбегание — реальный факт. Вполне допустимо также, что в отдаленную эпоху в нашей области вселенной материя могла находиться в качественно ином состоянии, чем в настоящее время. Было бы по меньшей мере неразумно отвергать эти важные соображения только на том основании, что они разработаны учеными-идеалистами, которые к тому же делают из них откровенно религиозные выводы.

Вспомним хотя бы исследования В. Амбарцумяна, открывшего звездные ассоциации и неустойчивые скопления галактик. Если процесс расширения возможен для звезд, а также для объектов еще большего масштаба — галактик, то нет ничего невероятного в том, что он возможен и для системы еще большего масштаба — Метагалактики.

«Расширяющаяся вселенная» и идеализм

Где же в гипотезе расширяющейся вселенной кончается наука и начинается идеализм?

Он начинается тогда, когда картина движения материи, характерная для нашей области пространства, распространяется на всю вселенную в целом, как это было в вопросе о «тепловой смерти» мира. Окружающие нас галактики действительно удаляются друг от друга. Это означает лишь то, что мы находимся в такой области, где в настоящее время происходит разбегание галактик — временное и местное проявление бесконечного разнообразия движения материи в бесконечной и вечной вселенной.

Масштабы и закономерности

Переходя от солнечной системы к Галактике, мы находим весьма серьезные различия. В Галактике не существует центрального ядра, в котором была бы сосредоточена подавляющая часть массы этой звездной системы, в то время как в нашей планетной семье масса всех планет, вместе взятых, ничтожна в сравнении с массой Солнца. И хотя звезды Галактики все же обращаются вокруг ее центра, их орбиты носят весьма сложный характер: ведь на каждую звезду действует притяжение не только со стороны центральной области Галактики, но и со стороны массы окружающих звезд.

В Метагалактике мы встречаемся с новым типом движения, когда все звездные системы поступательно движутся в разные стороны.

Различия между системами разных масштабов отнюдь не ограничиваются картиной движения. Они носят гораздо более глубокий характер. Вспомним, например, о законе всемирного тяготения, который оказался неприменимым к микромиру и, видимо, также неприменим к макрокосмосу.

Вернемся на одну минуту к гипотезе «тепловой смерти» мира. Распространяя принцип стремления энтропии к максимуму, сторонники этой гипотезы тем самым фактически предполагают, что всю вселенную можно рассматривать как замкнутую систему: ведь второй закон термодинамики справедлив только для таких систем.

Другими словами, это означает, что у вселенной нет окружающей среды, с которой она могла бы обмениваться теплом. Но если вселенная бесконечна, то, какую бы ее область мы ни выбрали, она окажется частью более обширной области, эта, в свою очередь, частью еще более обширной, и так до бесконечности. А ведь это значит, что бесконечная вселенная как бы взаимодействует сама с собой.

Бесспорный для любых конечных образований принцип «Целое больше своей части» оказывается совершенно неверным для бесконечных множеств. Чтобы убедиться в этом, нам придется познакомиться с некоторыми свойствами бесконечного.

Одним из самых наглядных примеров бесконечных образований может служить обычный числовой ряд, то есть

$$1, 2, 3, 4, 5 \ldots\ldots —$$

натуральный ряд, как называют его математики.

Убедиться в бесконечности множества целых чисел довольно просто. В самом деле, как бы велико ни было избранное нами

число, мы всегда можем найти еще одно целое число, получив его путем прибавления единицы. В том и состоит бесконечность натурального ряда, что в нем не существует самого большого числа, у него нет границы, он неисчерпаем.

Выберем теперь какую-либо часть натурального ряда, например множество всех четных чисел, то есть

2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 .....

С первого взгляда каждому ясно, что четные числа составляют лишь некоторую часть всех целых чисел. Если исходить из обычных арифметических соображений, с которыми мы привыкли иметь дело, то мы должны будем прийти к выводу, что число всех четных чисел равно половине числа всех целых чисел вообще. Но в тех случаях, когда мы имеем дело с бесконечными множествами, никогда не следует торопиться с выводами. Произведем лучше соответствующую проверку.

Какая бесконечность больше!

Но каким образом сравнить два бесконечных множества, как установить, что они равны друг другу или одно из них больше другого?

Древние люди при подсчете каких-либо предметов загибали пальцы на руках. Один предмет — загнут один палец, два предмета — загнуты два пальца и т. д. Тем самым устанавливалось соответствие между числом загнутых пальцев и числом подсчитываемых предметов. В конечном итоге число загнутых пальцев равнялось числу подсчитываемых предметов. Если оставался хоть один свободный палец, это означало, что число предметов меньше десяти; если же пальцев не хватало, то это значило, что количество предметов превышает десяток.

Попытаемся применить подобный метод сравнения множеств для решения нашей задачи. При этом роль пальцев на руке будут выполнять числа натурального ряда, а роль подсчитываемых предметов — четные числа. «Загибать пальцы» будем по такому правилу: каждому целому числу будем ставить в соответствие четное целое число, получающееся в результате его удвоения, то есть умножения на два. Легко видеть, что таким путем мы последовательно переберем как все без исключения целые, так и все без исключения четные числа. Если выписать соответствующие друг другу числа одно под другим, получатся следующие два ряда:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 .....
2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 .....

Достаточно взглянуть на них, чтобы сразу убедиться в том, что количество «пальцев» соответствует количеству предметов. В самом деле, какое бы целое число натурального ряда, четное или нечетное, мы ни выбрали, всегда найдется вполне определенное четное число, ему соответствующее. И, с другой стороны, наоборот, любому четному числу может быть поставлено в соответствие одно из чисел натурального ряда, получающееся в результате деления четного числа пополам.

Итак, мы пришли к неожиданному и парадоксальному на первый взгляд результату: бесконечное множество целых чисел содержит такое же количество членов, как и его собственная часть — множество всех четных чисел. Аналогичным образом можно было бы показать, что бесконечное множество точек, содержавшихся в некотором отрезке конечной длины, соответствует числу точек, имеющихся на всей бесконечной прямой.

Таким образом, мы получили наглядное подтверждение того факта, что некоторые положения и закономерности, справедливые для множеств, состоящих из целого числа объектов, оказываются неверными для множеств бесконечных.

Эти математические соображения имеют самое непосредственное отношение и к бесконечной вселенной. Правда, здесь нас интересует уже не только числовая или геометрическая сторона дела, но и физический характер явлений, но тем сложнее будет картина.

Итак, хотя бесконечная вселенная и представляет собой в конечном счете совокупность своих, ограниченных по размерам областей, свойства вселенной вовсе не являются простым повторением свойств ее составных частей.

Случайное или сознательное забвение этого важнейшего обстоятельства неизбежно приводит к серьезным ошибкам и религиозно-идеалистическим выводам, как это и имеет место в гипотезах «тепловой смерти» мира и расширяющейся вселенной.

9. У КОЛЫБЕЛИ ЭЛЕМЕНТОВ

Все попытки опровергнуть закон сохранения материи и движения и тем самым доказать ограниченность мира во времени заканчиваются крахом. И крах этот неминуем, ибо закон сохранения материи и движения действительно является всеобщим, абсолютным законом природы. Вселенная — это непрерывное

движение, непрерывный процесс. Задача науки и состоит прежде всего в том, чтобы изучить закономерности превращений материи, ее изменений, ее переходов из одного состояния в другое. В конечном счете именно к этому сводится все содержание всех наук, ибо различные науки и занимаются тем, что изучают разные формы движения. Но, пожалуй, одной из самых важных проблем, связанных с познанием мира, является проблема происхождения. Хотя вселенная в целом и вечна, отдельные ее объекты — звездные группы, галактики, галактические скопления, метагалактики — закономерно возникают в ходе естественного развития материи. Чтобы глубоко разобраться в том или ином явлении природы, необходимо выяснить, какие длительные процессы к нему привели, какие сложные изменения ему предшествовали. Вот почему ученый очень часто обращается к истокам явления, к его началу. Так, физиологи исследуют зародыши человека, медики — микробов и других возбудителей болезней, физики — свойства элементарных частиц, из которых построены атомы и их ядра.

Вопрос о происхождении, о рождении находится в центре внимания многих наук. Физики трудятся над проблемой происхождения химических элементов, геологи — происхождения полезных ископаемых, антропологи — происхождения человека, геофизики — происхождения Земли и, наконец, астрономы — происхождения космических тел.

Проблемы происхождения относятся к числу наиболее сложных вопросов науки, и поэтому нет ничего удивительного в том, что и в этой области защитниками современной религии предпринимаются многочисленные попытки в той или иной форме обосновать идею творения.

Пожалуй, наиболее острой проблемой происхождения является в настоящее время вопрос о возникновении химических элементов, из которых состоят все существующие в природе тела. Именно здесь идеалисты и защитники религии пытаются отыскать лазейку для поддержания милой их сердцу гипотезы расширяющейся вселенной.

С открытием ядерных реакций в недрах звезд физикам стало известно, что в недрах Солнца и других, подобных ему, «нормальных» звезд происходит образование только одного-единственного химического элемента — гелия. Если внутри звезды и образуются какие-либо более тяжелые элементы, то в таких ничтожных количествах, которые не оказывают влияния на ее химический состав и практически не могут приниматься во внимание.

Но, с другой стороны, тяжелые химические элементы существуют в природе, следовательно, они должны были где-нибудь возникнуть.

Но что такое тяжелые химические элементы?

Их ядра состоят из протонов, то есть ядер атомов водорода, и нейтронов, не имеющих электрического заряда. При этом количество протонов определяет величину заряда ядра, а значит, и химические свойства атома. Но для того, чтобы протоны и нейтроны объединились в устойчивые ядра, нужны чрезвычайно высокие температуры — в сотни миллионов градусов, при которых энергия теплового движения частиц чрезвычайно велика. Для «варки» элементов необходимы также огромные плотности, при которых в одном кубическом сантиметре вмещаются сотни миллионов тонн вещества. При такой плотности электроны «вдавливаются» внутрь протонов, в результате чего получаются нейтроны, необходимые для «приготовления» различных элементов.

Вот эти-то обстоятельства и пытаются использовать в своих интересах сторонники расширяющейся вселенной.

— Высокие температуры? Огромные давления? Все ясно. Химические элементы возникли в первые минуты и часы расширения вселенной, когда вещество находилось в состоянии чудовищной плотности и царили огромные температуры.

В 1948 году Альфвен, Бете и Гамов выдвинули гипотезу, согласно которой все существующие элементы произошли в начальной стадии расширения вселенной из первичной материи, представлявшей собой своеобразную смесь нейтронов и излучения. Известно, что нейтроны неустойчивы. Свободный нейтрон может существовать недолго, не более четверти часа. В течение этого времени он, выделяя электрон, превращается в протон. Протоны могут соединяться с нейтронами, образуя так называемый тяжелый водород — дейтерий. Дейтерий может захватывать новые нейтроны и т. д. Так, путем захвата нейтронов и бета-распада могут образоваться какие угодно химические элементы, вплоть до самых тяжелых.

Внешне теория дозвездного образования химических элементов выглядит весьма эффектно. По утверждению ее авторов, в процессе расширения вселенной имела место особая стадия развития вещества, длившаяся всего 15 минут, в течение которых и образовались все химические элементы.

Некоторые сторонники подобной точки зрения считают, что процесс образования новых химических элементов давным-

давно прекратился и в настоящее время происходит лишь обратный процесс распада тяжелых элементов.

Вполне естественно, что подобной теорией не преминули воспользоваться современные богословы. Они с радостью приняли ее на вооружение.

В своем послании ватиканской «академии наук» папа Пий XII писал: «...вещество всех известных нам звездных систем было сжато в небольшом пространстве. В это время все космические процессы имели свое начало. Плотность, давление и температура вещества должны были тогда достигать совершенно колоссальных величин. Только в этих условиях можно объяснить образование тяжелых ядер и их содержание в периодической системе элементов».

Однако, несмотря на кажущуюся простоту и даже логичность, теория дозвездного образования элементов вступает в противоречие с фактами.

В природе существует различное количество разных химических элементов. Изучение распространенности элементов в земной коре, метеоритах, в атмосфере Солнца и звезд, а также в космическом пространстве показало, что самым распространенным в природе химическим элементом является водород, который составляет основную массу Солнца, межзвездного газа и некоторых звезд. Так, в Солнце на ядро атома кислорода приходится 560 ядер атомов водорода, а в межзвездной среде это соотношение составляет 1 : 2000. Второе место по своей распространенности занимает гелий. Наиболее редкими являются легкие элементы: литий, берилий и бор.

Очевидно, теория происхождения элементов должна объяснять их распространенность в природе. Между тем ни одна из гипотез, связанных с расширением вселенной, не в состоянии решить этот вопрос.

Кроме того, в природе существуют так называемые радиоактивные элементы: торий, уран, радий и т. п., которые все время, независимо от внешних условий, распадаются. А это значит, что продолжительность их жизни ограниченна и они должны были возникнуть сравнительно недавно.

Не говорит ли это о том, что процесс образования новых химических элементов, как и процесс образования звезд, продолжается и по сей день?

Да, говорит!

Так, в атмосферных оболочках Солнца и некоторых других звезд было обнаружено присутствие весьма редкого элемента — технеция, срок жизни которого составляет всего-навсего

около 150 тысяч лет, что намного меньше возраста самого Солнца.

Все это еще раз свидетельствует о том, что нельзя объяснить бесконечное разнообразие явлений реального мира одной моделью, одной математической или физической формулой.

По всей видимости, механизмы «изготовления» химических элементов могут быть весьма разнообразными.

Еще в 1952 году было показано, что внутри некоторых звезд могут возникать условия, необходимые для «варки» тяжелых элементов. Это может происходить внутри старых звезд, в центральной части которых выгорел в процессе ядерных реакций весь водород. Как показали расчеты, подобная звезда с выгоревшим ядром должна повести себя довольно необычным образом: ее оболочка будет постепенно расширяться, а ядро — сжиматься. Благодаря этому в центральной части такой звезды развиваются необычайно высокие температуры, порядка 150 миллионов градусов, достаточные для образования ядер атомов углерода из ядер атомов гелия.

Еще более высокие температуры, в миллиарды градусов, необходимые для «варки» элементов тяжелее кальция, могут возникнуть в недрах так называемых «сверхновых», или вспыхивающих, звезд. Такие звезды под действием каких-то внутренних причин неожиданно раздуваются, сбрасывая при этом свою внешнюю оболочку. Энергия, выделяющаяся при таком взрыве, чудовищно велика. Достаточно сказать, что на протяжении ряда дней после вспышки «сверхновая» звезда может излучать такое же количество света, как несколько миллиардов Солнц. При этом «изготовленные» в недрах «сверхновой» тяжелые элементы окажутся выброшенными в космическое пространство. Впоследствии эти отторгнутые звездой атомные ядра могут войти в состав других звезд, возникших в более позднее время.

Но дело в том, что вспышки «сверхновых» звезд происходят в нашей звездной системе — Галактике сравнительно редко, приблизительно один раз за 300 лет. Но этого явно недостаточно, чтобы обеспечить фактически наблюдаемое в природе количество тяжелых элементов. Однако недавно известный советский астроном академик В. Г. Фесенков высказал мысль о том, что в отдаленном прошлом, на определенной стадии эволюции Галактики, вспышки «сверхновых» могли происходить значительно более часто. Подсчитано, что в тех случаях, когда межзвездная среда является достаточно плотной, вспышка одной «сверхновой» может повысить ее температуру настолько,

что это приведет к вспышкам тех соседних звезд, которые по своему внутреннему строению могут стать «сверхновыми». Данные астрономических наблюдений свидетельствуют о том, что необходимые для этой своеобразной цепной реакции условия действительно могут иметь место. Так, радионаблюдения галактики Дева А, по мнению академика Фесенкова, свидетельствуют о том, что плотность межзвездной среды в этой галактике приблизительно в десять тысяч раз больше, чем в окрестностях Солнца. Фесенков считает, что подобную стадию должна была пережить любая галактика и что в такой период вспышки «сверхновых» звезд происходили намного чаще. А это, в свою очередь, должно было привести к массовому образованию и распространению тяжелых химических элементов.

Несколько лет назад советский ученый Л. Э. Гуревич высказал предположение, что образование различных химических элементов может происходить не только в звездах, но и в межзвездной среде.

По всей видимости, в галактике происходит непрерывный обмен вещества между звездами и межзвездной средой. Межзвездная материя, несомненно, участвует в образовании новых звезд. С другой стороны, известно, что молодые звезды интенсивно выбрасывают избыток вещества в окружающую среду. Но за то время, пока вещество успело побывать внутри звезды, легкие элементы должны были частично превратиться в гелий. Вследствие этого к настоящему времени межзвездное вещество галактики должно было бы быть полностью лишено лития, берилия и бора. В действительности же этого не наблюдается, следовательно, легкие элементы непрерывно образуются в самой межзвездной среде.

Наша Галактика «заполнена» многочисленными электрическими полями. Эти поля могут служить естественными ускорителями ядерных частиц, в том числе протонов. Столкновение быстрых протонов с ядрами атомов межзвездной среды может вызывать ядерные превращения с образованием, например, ядер атомов лития.

В космическом пространстве могут также происходить процессы расщепления тяжелых химических элементов, образовавшихся в недрах звезд. В результате таких расщеплений образуются промежуточные химические элементы.

Существуют и другие теории образования тех или иных химических элементов. Все такие теории не просто математические упражнения. Они основываются на новейших достижениях экспериментальной ядерной физики, которая за послед-

ние годы синтезировала искусственным путем в лабораторных условиях около полутора десятков новых химических элементов и около тысячи радиоактивных изотопов [1].

Итак, синтез химических элементов осуществляется на различных этапах эволюции материи, на разных стадиях развития небесных тел. Он происходит непрерывно.

Таким образом, космос — это постоянно действующая гигантская химическая фабрика, где все время происходит «изготовление» различных химических элементов. И пусть об устройстве этой фабрики и характере ее работы мы только-только начинаем получать сведения, того, что мы уже знаем, вполне достаточно для опровержения нелепой идеи о творении химических элементов в каком-то едином, изначальном сверхъестественном акте.

10. ВСЕЛЕННАЯ НЕИСЧЕРПАЕМА

У гипотез «тепловой смерти» мира и расширяющейся вселенной есть одна общая черта: обе они предполагают, что материя вселенной, находившаяся первоначально в каком-то инертном состоянии абсолютного равновесия, в конце концов вновь вернется к нему. Разница состоит лишь в том, что гипотеза «тепловой смерти» обрекает вселенную на вечный покой и полное прекращение движения, а гипотеза расширяющейся, пульсирующей вселенной — на сжатие до состояния чудовищной плотности.

Как говорится, хрен редьки не слаще.

Но может ли, в действительности, бесконечная вселенная исчерпать все свои возможные состояния?

Чтобы ответить на этот вопрос, вернемся еще раз к бесконечным множествам и их свойствам.

Прежде всего выясним, все ли бесконечности одинаковы или они могут отличаться друг от друга по своей величине.

На первый взгляд подобная постановка вопроса может пока-

---

[1] Изотопом химического элемента называется элемент, атомы которого имеют такой же электрический заряд, но другой атомный вес. Это значит, что атомы химического элемента и его изотопа содержат одинаковое количество протонов, но разное число нейтронов. Например, ядро атома водорода состоит из одного протона, а ядро изотопа водорода — дейтерия — содержит один протон и один нейтрон. Другой изотоп водорода — тритий — имеет ядро, состоящее из одного протона и двух нейтронов.

заться праздной: ведь бесконечность — это бесконечность, то есть самое большое,— о чем же говорить в таком случае? И все же бесконечности бывают разные. И самая младшая из них — это бесконечность множества чисел натурального ряда. Такую бесконечность называют счетной, потому что ее можно перенумеровать, сосчитать.

А вот бесконечность более высокого ранга: число точек на прямой линии. Если бы мы задумали перенумеровать все точки, то обнаружили бы, что нашего счетного множества для этого не хватает. Мы не имеем здесь возможности приводить подробное доказательство этого факта, для нас сейчас важно лишь отметить, что может существовать бесконечность более мощная, чем счетное множество. Такая бесконечность получила название континуума.

А теперь вернемся к бесконечной вселенной. В ней, очевидно, содержится счетное множество частиц. Но состояние вселенной складывается из состояний всех составляющих ее частиц. А каждая частица, в свою очередь, может находиться в различных состояниях. Какое же возможно число состояний вселенной, не повторяющих друг друга?

Если принять во внимание структурность вселенной, то обстоятельство, что она состоит из материальных систем различной степени сложности, математика даст нам ответ: континуум. Число различных состояний вселенной имеет мощность континуума. Но каждое состояние вселенной длится в течение некоторого, пусть непродолжительного, но все же конечного интервала времени. Конечные же интервалы времени могут быть занумерованы по порядку, один за другим, значит, множество их счетно. Но за счетное множество интервалов времени нельзя исчерпать континуум состояний вселенной.

А ведь мы еще даже не принимали во внимание, что во вселенной имеется не только вещество, но и поле, излучение, которое также участвует в каждом ее состоянии.

Наверное, читателям хорошо известна распространенная игра: из букв какого-либо слова составлять другие слова, не допуская при этом повторений. Но сколько бы букв ни содержало исходное слово, его возможности рано или поздно все равно будут исчерпаны. Иное дело — вселенная: в каждый очередной момент времени она имеет новый вид, и если даже никогда не будет повторять самое себя, для нее всегда будет оставаться неограниченное количество новых состояний.

Все это еще раз говорит о том, что вселенная бесконечна не только в пространстве и времени, но и в смысле неисчерпае-

мости состояний материи. Поэтому любая теория, которая приводит к выводу о том, что вселенная рано или поздно должна превратиться в бездыханный труп, не может считаться справедливой, ибо она противоречит фактам, противоречит реальной природе.

* *
*

Оглянемся еще раз назад. В конце первой части этой книги мы пришли к выводу, что поскольку в «функционирующем» мире бог ничем себя не проявляет и проявить не может, то единственной возможностью заявить о своем существовании для него могло бы явиться сотворение мира.

Рассмотрев все основные данные современной науки, относящиеся к этому вопросу, мы пришли к заключению, что мир существует вечно, что материя вселенной находится в состоянии непрерывного движения, которое не имело начала во времени и которое никогда не прекратится.

Последняя возможность проявить свое «я» для бога начисто отпадает.

Но если, как сказал поэт, «при всем при том, при этом» бог все-таки существует, то получается на первый взгляд довольно странная ситуация: мир сам по себе, а бог сам по себе. Однако в действительности ничего странного в этом нет. Так как мир — это и есть *все* сущее и то, что не принадлежит к нему, реально не существует, то последняя (на этот раз уже самая последняя) возможность для бога состоит в том, чтобы быть *идеей*. Так оно и есть в действительности: бог не что иное, как идея, существующая в умах верующих людей.

Итак, бог — это идея, продукт человеческой фантазии, воображения. Между тем современные религиозные теоретики утверждают, что, изучая природу и все глубже проникая в ее тайны, человек будто бы все в большей и большей степени познает величие божества.

Папа римский Пий XII, обращаясь к участникам VII конгресса Международной федерации астронавтов, заявил, что «все свое творение предложил господь бог человеческому духу постижения, проникновения, дабы человек глубже понимал бесконечное величие бога».

Конечно, изучение природы имеет непосредственное отношение к религиозному мировоззрению, но совсем не то, о котором говорят богословы. Каждый шаг человека по пути познания мира убеждает нас в беспочвенности религиозных представлений. Путь к познанию — это путь не к богу, а путь к атеизму.

Что бы ни говорили отцы современной церкви, заигрывая с наукой, это не может изменить того факта, что научное знание есть не что иное, как отрицание религии.

И если отвлечься от тактических уловок богословов и обратиться к существу религиозных представлений, к самому содержанию религии, мы увидим, что она глубоко враждебна всякому подлинному знанию, всякой науке.

Так, Библия с предельной ясностью формулирует религиозное определение человека и его место в природе: «Человек — раб божий». Это положение преследует вполне очевидную цель — привести верующих к выводу, что человек бессилен что-либо понять и тем более что-либо изменить в этом мире.

Не менее ясно выражает Библия и свое отношение к стремлению людей проникнуть в тайны природы и использовать их для блага человека: «Что высоко у людей, то мерзость перед богом».

Речи о необходимости примирения религии и науки рассчитаны главным образом на богословов и на образованную часть религиозных людей. Для массового же верующего очень часто и сегодня все еще продолжается проповедь отрицания и даже огульного охаивания науки.

В 1957 году в Австрии огромным тиражом, в 120 тысяч экземпляров, было выпущено десятое издание брошюры патера Иоганна-Марии Ленца «Путешествие по Вселенной», на страницах которой автор заявляет буквально следующее:

«Все чисто человеческие знания — это в лучшем случае ученое невежество... Бог остается богом на вечные времена, хотя бы все обезьяны оставались безбожниками».

А вот еще один не менее яркий пример. В июне 1958 года в монастыре австрийского города Мельк проводился ежегодный ораториум. Для хорового исполнения на этом ораториуме был специально сочинен текст, некоторые строки которого направлены против тех, кто не верит в бога и признает лишь авторитет науки, стараясь с ее помощью добиться господства над природой:

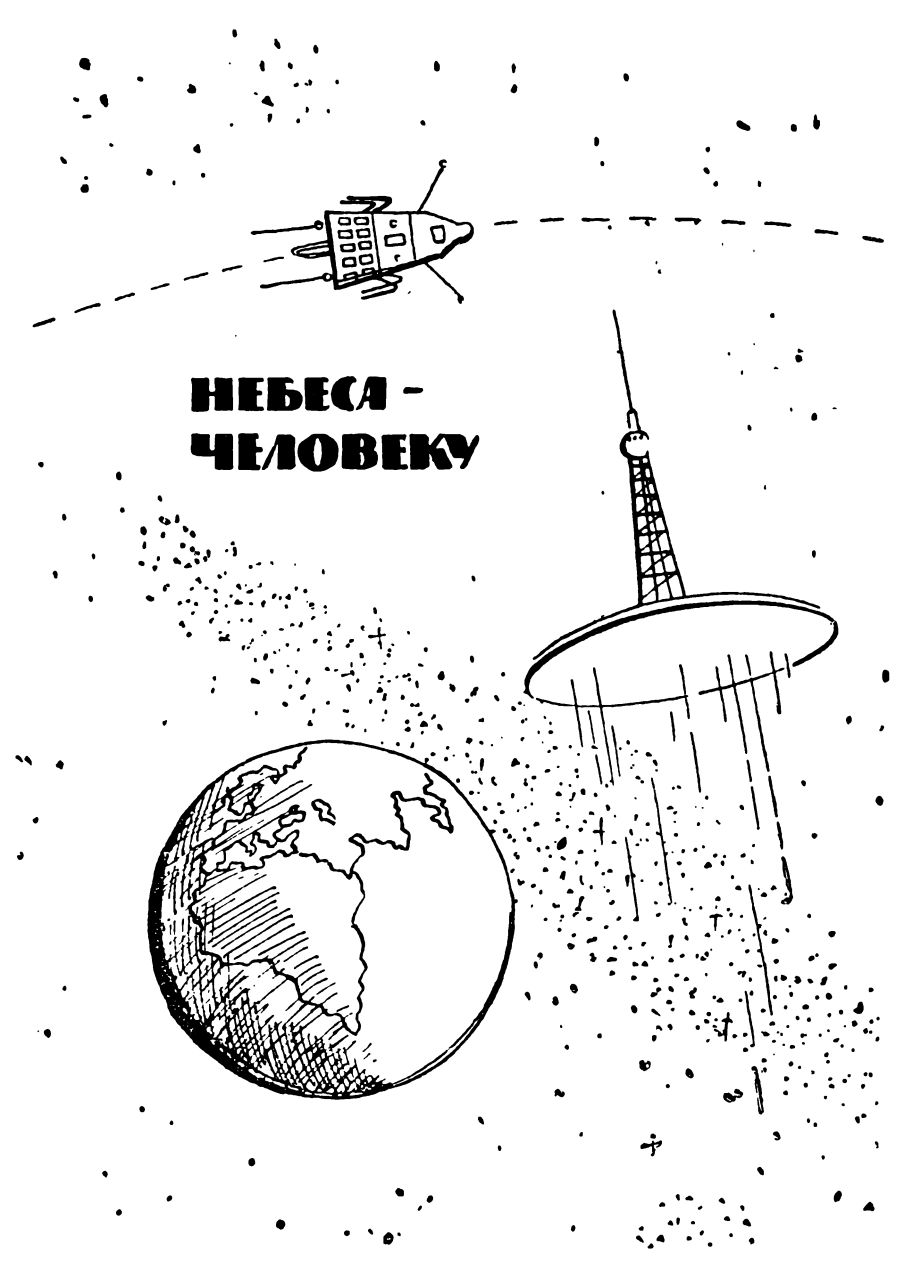
Эй вы, дерако себя обожествляющие,
Вдребезги будет разбита о землю
Ваша гордая корона,
Лишь только подымется грозящий перст божий.
Услышьте это, нечестивые безбожники, и трепещите!

Таким образом, наряду с попытками использовать научные данные для обоснования религиозного мировоззрения современ-

ные религиозные теоретики продолжают вести борьбу против науки.

При этом их позиции сводятся приблизительно к следующему: научные знания ничего не стоят по сравнению с божественным откровением, возможности познания ограниченны — человек должен довольствоваться тем, что дал ему бог, никакое знание не спасет от божьего гнева и божьего суда. Религия сегодня, как и раньше, выступает против познания, против науки.

Однако, несмотря ни на что, человечество движется вперед по пути научного прогресса, по пути овладения все новыми и новыми силами природы. И важнейшим этапом на этом пути является изучение и освоение космоса. Дорога в космос — это дорога, ведущая к новым замечательным победам, дорога в будущее.


НЕБЕСА -
ЧЕЛОВЕКУ

1. ЗЕМЛЯ — КОСМИЧЕСКОЕ ТЕЛО

Земля — родной дом человека. На протяжении многих тысячелетий люди рождались, жили и умирали, оставаясь на поверхности нашей планеты.

Существует древнее предание о сказочном богатыре Антее, который черпал свою могучую силу из Земли и которого удалось победить, лишь оторвав от земной поверхности. Эта легенда родилась не случайно. На протяжении многих веков Земля обеспечивала человечество всем необходимым для жизни и прогресса. Она дала ему материал для строительства зданий, металл — для заводов и фабрик, уголь и нефть — для топок и двигателей, дала одежду и пищу. Но не только это. Живя на Земле и наблюдая происходящие вокруг явления, люди изучили многие закономерности, управляющие природными процессами, и научились использовать их в своих интересах. Человек был жителем Земли, и человека в первую очередь интересовало то, что происходило у него под ногами. Но ведь под ногами у человека находилось небесное тело — Земля. И поэтому рано или поздно должно было наступить такое время, когда человеку стало «тесно» на Земле. Нет, совсем не в том смысле, какой вкладывают в это слово некоторые писатели-фантасты, повествующие о грядущих переселениях землян на другие миры в поисках жизненного пространства. Просто люди все чаще и чаще стали сталкиваться с тем, что за ответом на многие, казалось бы, чисто земные вопросы им приходилось обращаться к... небу.

Столетие за столетием к небесам возносились бесконечные молитвы верующих. Сколько разнообразных, бесчисленных просьб содержали они... И все напрасно, все бесплодно.

Но если небеса оставались безучастными к молитвам, ученые научились добиваться у них ответа...

Прежде всего выяснилось, что звезды могут служить необычайно точными и надёжными маяками — указателями направления. Знаменитая Полярная звезда в нашем Северном полушарии и поэтический Южный Крест на южном небе сослужили немалую службу морякам всех времен.

Оказалось также, что, измеряя положения небесных светил, можно точно определять местонахождение наблюдателя на поверхности Земли.

Так небеса начали рассказывать человеку о Земле. Кто-то из ученых древности предположил, что наше ночное светило — Луна обладает зеркальной поверхностью, в которой будто бы отражаются земные материки и океаны. Этим ученый пытался объяснить неизменность очертаний таинственных темных пятен на лунной поверхности. Со временем выяснилось, что эта гипотеза весьма далека от действительности. Оказалось, что поверхность Луны отражает менее десятой части падающего на нее солнечного света. Так что до зеркала ей далеко; скорее можно назвать ее черной или уж в крайнем случае темно-серой. И все же в какой-то степени древний ученый был прав: Луна действительно служит своеобразным зеркалом, отражающим если не очертания океанов и континентов, то очертания всей нашей планеты.

И Аристотель, и Птолемей, и многие другие ученые древности считали Землю гигантским шаром. Но доказательства, которыми они располагали, были весьма несовершенными. Уже тогда было замечено, что корабль, удаляясь в открытое море, исчезает за горизонтом постепенно, как бы «тонет». Но ведь то же самое должно происходить не только на шаре, но и на теле, имеющем, к примеру, форму дыни.

За решением проблем — в космос

Вот если бы можно было посмотреть на нашу планету со стороны, из мирового пространства, охватить ее сразу всю единым взором, тогда вопрос решился бы сразу. Сегодня человек уже наблюдал нашу планету с космических высот. И он подтвердил: да, Земля — шар. Ученые древности не располагали подобными возможностями. Но все же и им иногда представлялся случай посмотреть на Землю как бы со стороны, издалека.

Как и любое непрозрачное тело, наша планета, освещенная Солнцем, отбрасывает гигантскую тень в мировое пространство. По форме тени можно судить и о самом предмете, но для этого, разумеется, ее надо увидеть. В безвоздушном мировом про-

странстве земная тень не видна. Чтобы сделать заметными ее очертания, пришлось бы поместить в космос гигантский экран. Подобный эксперимент не под силу человеку, но иногда его ставит сама природа. Экраном, который она помещает на пути солнечных лучей, как раз и служит Луна. Во время лунных затмений, когда наш естественный спутник погружается в земную тень, на ее поверхности становится отчетливо видна форма Земли. Десятки и сотни лунных затмений наблюдали люди и заметили, что тень Земли на Луне всегда имеет форму круга.

— И что же из этого? — спросите вы.— Ведь цилиндр и конус тоже могут отбрасывать круглую тень.

Могут, но лишь в определенных положениях. И только у шара при любых его положениях тень всегда круглая.

Так лунное зеркало показало человеку форму его планеты.

Людям необходимо было знать не только, что Земля шарообразна, но и определить ее точную фигуру. Без этого нельзя ни составить географическую карту, ни проложить трассу железной дороги, ни начертить план будущего города.

Как решить подобную задачу? Самый простой способ — измерить длину различных окружностей Земли, по экватору и меридианам.

Человек измеряет планету

Методика подобных исследований была разработана еще астрономами и математиками древности, которые создали для этой цели замечательный метод — метод градусных измерений. Для того чтобы определить длину земной окружности, вовсе не обязательно мерить ее шаг за шагом, пока измеряющий не возвратится в исходную точку. Представьте себе, что земной шар разрезан по меридиану или по экватору и получился круг, длину окружности которого надо измерить. Проще всего поступить так: определить длину дуги, соответствующей одному градусу, а полученный результат умножить на 360, так как полная окружность содержит как раз 360 градусов. А если длина окружности известна, то можно легко вычислить величину соответствующего земного радиуса. Что же касается начальной и конечной точек дуги, соответствующей одному градусу, то первую можно выбрать произвольно, а вторую — определить с помощью астрономических наблюдений.

Именно таким образом и поступили арабские ученые в VIII—IX веках, измерив длину одного градуса дуги меридиана в Синджарской долине на широте около 35 градусов. Она составила 111,8 километра, что соответствует радиусу Земли в

6406 километров. Для того времени это было весьма точным результатом, и получить его было весьма нелегко. Для этого надо было измерить длину одного градуса с очень высокой точностью. Стоит немного ошибиться, и при умножении ошибка сейчас же возрастет в 360 раз.

Когда одному из великих математиков древности, александрийскому ученому Эратосфену, понадобилось измерить расстояние между Александрией и Сиеной, он воспользовался для этой цели весьма необычным землемером — верблюдом.

Из Сиены в Александрию и обратно, сквозь горячие пески, упрямо шли верблюжьи караваны. Мерно покачиваясь на длинных упругих ногах, живые корабли пустыни двигались столь плавно и равномерно, что по времени их движения можно было довольно точно определять расстояние.

Но задача Эратосфена облегчалась тем, что измерения происходили на ровной местности, в пустыне. А что, если дуга интересующего нас меридиана проходит через горы, леса, реки, озера, морские заливы? Тут уж не помогут ни верблюды, ни даже мерная лента...

Поэтому градусное измерение арабов долгое время оставалось единственным в своем роде.

И только на рубеже XVI и XVII столетий голландский географ и исследователь Снеллиус придумал новый остроумный метод измерения расстояний — так называемую триангуляцию.

Представим себе, что нам нужно определить расстояние между двумя пунктами, очень далеко отстоящими друг от друга. Нельзя ли решить эту задачу не прямыми измерениями, а косвенным путем?

Где-нибудь, в подходящей местности, выберем произвольный отрезок — базис и как можно точнее определим его длину. Затем на базисе, как на основании, начнем строить треугольники с таким расчетом, чтобы в конце концов интересующие нас пункты оказались вершинами одного из них. Теперь задачу можно решить путем расчета, если известна длина базиса и углы построенных нами треугольников. Таким образом, задача измерения больших расстояний на местности свелась к построению базиса и определению соответствующих углов. Быстрое совершенствование измерительных приборов, и в частности создание специальных инструментов для угловых измерений, снабженных оптическими приспособлениями, сделало триангуляцию основным методом, позволяющим определять дуги меридианов и параллелей с высокой точностью. Впоследствии триангуляция стала основным методом составления гео-

графических карт. С ее помощью ученые определяют местоположение рек, озер, населенных пунктов и наносят их на координатную сетку. И здесь не обходится без помощи астрономии. Кто из вас не видел на местности характерные вышки, отдаленно напоминающие нефтяные? Это так называемые тригонометрические пункты — опорные точки триангуляционной сети. Координаты этих пунктов определяются с высокой степенью точности с помощью специальных астрономических наблюдений.

Но вернемся к фигуре нашей планеты.

Еще Исаак Ньютон в одном из своих сочинений теоретически обосновал сплющенность Земли у полюсов вследствие ее вращения вокруг собственной оси. Так началось изучение земного сфероида, фигуры, которая в сечении по параллелям дает окружности, а в сечении по меридианам — эллипсы.

Многочисленные исследования, осуществленные специальными экспедициями в различных районах земного шара, подтвердили справедливость ньютоновского предвидения: Земля представляет собой сфероид. Так было получено второе приближение к истинной форме нашей планеты. Второе, но далеко не последнее...

Еще в первой половине XIX столетия известные математики Гаусс и Бессель пришли к выводу, что вследствие неравномерного распределения масс в недрах Земли ее форма должна несколько отличаться от правильного сфероида. Правда, в то время никто не обратил на эти соображения серьезного внимания.

Однако прошло всего несколько лет, и обнаружилась странная вещь: градусных измерений, выполненных в различных частях Земли, накапливалось все больше и больше. На основе каждого из них можно было определить земной сфероид. Но, удивительное дело, результаты таких определений не совпадали между собой. Причина могла быть только одна: наша планета действительно не является правильным сфероидом.

Предстояло сделать новый шаг: обобщить результаты отдельных измерений и уточнить форму нашей планеты.

Эту задачу выполнил русский военный геодезист Шуберт. В 1859 году он опубликовал работу, в которой доказывал, что Земля представляет собой трехосный эллипсоид, то есть такое тело, которое дает эллипсы в сечении как по меридианам, так и по параллелям.

Так было получено третье, еще более точное, приближение к истинной форме Земли.

Третье, но опять-таки не последнее. Уже давно стало ясно, что Земля, если учитывать все неровности ее поверхности, имеет столь сложную форму, что ее не выразить никакими, даже самыми сложными, математическими уравнениями. Поэтому решено было считать поверхностью Земли ее водную поверхность, мысленно продолженную под материками. Фигура, ограниченная такой поверхностью, получила название земного геоида.

К 1940 году в результате работ советских геодезистов, покрывших градусными измерениями около половины территории СССР, было произведено наиболее точное определение земного трехосного эллипсоида. По имени ученого, руководившего всеми работами, он получил название «эллипсоида Красовского».

Возможны ли дальнейшие уточнения? Конечно. Но для этого необходимо знать распределение масс в недрах Земли.

Но каким же образом проникнуть в земные недра? Оказывается, и эта задача решается «через» космос. Чтобы получить ответ на интересующий их вопрос, ученым не только не нужно «вгрызаться» в земные недра, но, совсем наоборот, необходимо подняться как можно выше. Речь идет об искусственных спутниках Земли. Именно они приходят нам на помощь.

Искусственный спутник представляет собой самостоятельное небесное тело, движение которого может быть рассчитано с большой точностью по законам небесной механики.

Однако вследствие неравномерного распределения масс в земных недрах спутник должен испытывать соответствующие отклонения от расчетной орбиты. Изучение этих отклонений позволяет решить интересующую нас задачу.

Искусственные спутники должны послужить также превосходными «геодезическими вышками». Засекая положение этих космических ориентиров из различных географических пунктов, можно с большой точностью определять расстояние между точками земной поверхности. Таким путем наконец удастся измерить точное расстояние между материками и выяснить, изменяется ли оно с течением времени.

Точное время

Далекие звезды помогли человеку решить еще одну, казалось бы, чисто земную задачу — измерять и хранить точное время. Единицы времени даны нам самой природой: сутки — время одного полного оборота Земли вокруг оси, год — время, в течение которого наша планета обегает вокруг Солнца. На основе этих единиц и их различных долей люди установили определенную систему счета

времени. Но чтобы ею пользоваться, необходимо уметь с большой точностью измерять промежутки времени.

Точное время играет чрезвычайно важную роль в жизни людей, в науке и технике. Без точного времени нельзя было бы определить моменты начала и окончания работы предприятий и учреждений, составить графики движения самолетов, пароходов и поездов, осуществлять сложные технологические и другие производственные процессы, ставить научные эксперименты.

Наблюдая за суточным движением звезд, можно с очень большой точностью измерять промежутки времени и определять необходимые поправки хода часов. Для получения отметок точного времени по звездам в последние годы стали применяться особые автоматические приборы, обеспечивающие высокую точность измерений.

В целях определения точного времени и его хранения во многих обсерваториях различных стран созданы специальные службы времени. В их числе ведущее место по точности своей работы занимает сейчас обсерватория Советского Союза.

И хотя в настоящее время созданы особые «радиотехнические», «атомные» и «молекулярные» стандарты времени, точность работы которых значительно превышает «точность» вращения Земли, астрономическая служба времени сохраняет свое важное значение и по сей день.

Вероятно, в недалеком будущем переход к новым атомным и молекулярным эталонам времени, не зависящим от астрономических наблюдений, все же будет совершен. Однако и такой переход потребует тщательных сопоставлений нового эталона с продолжительностью секунды, определенной астрономическими методами и составляющей $\frac{1}{86\,400}$ часть суток.

Кроме того, высказывается предположение, что течение процессов, происходящих внутри атомов, происходит в несколько ином темпе, чем внутри молекул. Это непосредственно связано с выводами Фридмана о расширении нашей области вселенной, расширении, которое охватывает не только галактики, но и микрообъекты. Различные масштабы молекул и атомов могут в связи с этим предопределить различный характер временных процессов, происходящих внутри этих образований. Перед учеными встает чрезвычайно важная во всех отношениях задача физического исследования времени. Ее решение потребует длительного и весьма скрупулезного сравнения хода «атомных», «молекулярных» и «астрономических» часов.

Важное значение для познания нашей планеты имеет исследование других космических тел, и в первую очередь нашего естественного спутника — Луны. Хотя Луна и расположена на огромном расстоянии от Земли, изучая ее, мы можем получить ответ на целый ряд вопросов, непосредственно связанных со строением и происхождением нашей планеты. Но, если вдуматься, в этом и нет ничего удивительного. Ведь Луна и Земля — это сходные по своей природе небесные тела, возникшие в едином процессе образования солнечной системы.

Давно известно, например, что Земля представляет собой гигантский магнит. Но какова природа земного магнетизма? Ученые давно бьются над решением этой удивительной загадки.

Создано немало различных теорий, но какая из них ближе всего к истине, еще не ясно. Некоторые ученые полагают, что магнитные свойства Земли связаны с ее вращением вокруг оси, другие считают, что источником земного магнетизма служит внутреннее ядро нашей планеты. Как проверить, кто из них прав? Вот тут-то на помощь и должна прийти Луна. У нее заведомо нет внутреннего ядра, так как им обладают лишь достаточно массивные небесные тела, и вращается она гораздо медленнее, чем Земля. Если, несмотря на это, оказалось бы, что Луна все же обладает магнитными свойствами, то для объяснения природы земного магнетизма пришлось бы искать другие аргументы.

Однако магнитометр, установленный на второй советской космической ракете, магнитного поля Луны не обнаружил, хотя чувствительность прибора была весьма велика: если бы даже магнитное поле Луны было в тысячи раз слабее земного, оно было бы обнаружено. В свете этого результата объяснение земного магнетизма электрическими токами во внутреннем ядре становится весьма правдоподобным.

В 1958 году советскому астроному профессору Н. А. Козыреву удалось наблюдать на Луне проявление вулканической деятельности. Было установлено, что примерно в течение получаса из центральной горки одного из крупных лунных кратеров, «Альфонс», выделялись раскаленные газы. Последующий анализ материалов наблюдений убедил ученых в том, что среди этих газов имелись соединения углерода, характерные для вулканических явлений.

Открытие вулканической деятельности на Луне делает весьма вероятным наличие на лунной поверхности выходов природного газа, в непосредственной близости от которых обычно располагаются месторождения нефти. В свое время

Д. И. Менделеевым была высказана смелая гипотеза о неорганическом происхождении части нефтяных запасов, гипотеза, в наши дни приобретающая все больше сторонников. Если эта гипотеза правильна, то в недрах нашей планеты, возможно, таятся неисчерпаемые запасы нефти, возникшие на самой заре существования Земли. Выяснить обоснованность подобных предположений поможет дальнейшее исследование нашего спутника.

Земля — небесное тело

Так, решение многих земных проблем приходит к человеку в результате астрономических исследований, приходит из космоса. Случайно ли это? Разумеется, нет. Наша Земля — небесное тело, частица мироздания, одна из планет солнечной системы. Она связана с другими небесными телами, с космосом многообразными связями, без учета которых нельзя разобраться в явлениях природы, происходящих на нашей планете.

Особенно важную роль в жизни Земли играет Солнце. Великий русский ученый К. А. Тимирязев говорил, что «человек вправе величать себя сыном Солнца». И действительно, наше дневное светило — главный источник жизни на Земле. Его лучи приносят на поверхность нашей планеты огромное количество света и тепла.

Всего за несколько суток на Землю поступает от Солнца примерно такое же количество энергии, какое содержится во всех известных и предполагаемых запасах каменного угля, а за несколько месяцев — такое, какое содержится во всех разведанных запасах ядерных горючих — урана и тория. Эту колоссальную энергию человек использует в своей практической жизни буквально на каждом шагу. Ведь вся та энергия, которая заключена в угле, нефти, торфе, природном газе и других видах природного топлива, представляет собой не что иное, как преобразованную энергию Солнца, так как все эти виды топлива образовались под действием солнечных лучей. Своеобразным аккумулятором солнечной энергии является и земная растительность. Эту энергию человек использует, применяя растения в качестве топлива или пищи.

Нагревая поверхность земного шара, солнечные лучи вызывают испарение воды, образование облачности, перемещение воздушных масс, то есть все те явления, которые мы называем погодой. Но Солнце является источником не только света и тепла, но и различного рода невидимых излучений. Оно посылает в окружающее мировое пространство световые, тепловые, ультрафиолетовые лучи, радиоволны, а также потоки корпускул — частиц вещества. Проникая в земную атмосферу, эти

излучения вызывают целый ряд геофизических явлений, имеющих важное значение для жизни Земли.

В те дни, когда на Солнце наблюдается большое число пятен, на Земле происходят магнитные бури, возмущения магнитного поля Земли, наблюдаются также интенсивные полярные сияния, нарушаются условия прохождения радиоволн вокруг Земли.

Особенно большой интерес представляют собой так называемые вспышки, происходящие в одном из верхних слоев солнечной атмосферы — хромосфере. При вспышках происходит внезапное усиление яркости отдельных участков солнечной поверхности продолжительностью в несколько десятков минут. Поперечник вспышек составляет около 10 тысяч километров. Площадь, занимаемая ими, в исключительных случаях может достигать 1500 миллиардов квадратных километров.

Советские астрономы, изучая вспышки, пришли к выводу о том, что они представляют собой грандиозные ядерные взрывы, сопровождающиеся возникновением взрывной волны и выбросом частиц высоких скоростей и энергий. Одну из самых мощных хромосферных вспышек удалось зарегистрировать 23 февраля 1956 года. На этот раз сила взрыва оказалась эквивалентной одновременному взрыву миллиона водородных бомб.

Однако даже такая вспышка в масштабах Солнца представляет собой всего лишь местное явление. Не следует забывать, что наше дневное светило превышает Землю по объему в миллион триста тысяч раз.

Очень часто вспышки сопровождаются сильным ультрафиолетовым излучением. Это излучение тоже оказывает заметное влияние на состояние атмосферы и условия прохождения коротких радиоволн.

Существует также целый ряд данных, свидетельствующих о том, что состояние солнечной активности оказывает непосредственное воздействие на течение многих биологических процессов, в том числе и процессов, происходящих в организме человека. В частности, наблюдения ряда ученых обнаруживают несомненную связь между уровнем активности Солнца и деятельностью сердечной мышцы. Так, предварительные статистические подсчеты показывают, что наибольшее количество инфарктов приходится на максимумы солнечной активности.

Все это говорит о том, что изучение солнечной деятельности и ее влияния на Землю представляет собой задачу первостепенной важности. Недаром даже проведение международных геофизических исследований, известных под названием Международного геофизического года, было приурочено к периоду

наибольшей солнечной активности, когда влияние Солнца на различные земные процессы было наиболее ярко выражено. С аналогичными целями в 1964 году будет проведен Международный год «спокойного Солнца», совпадающий по времени с минимумом солнечной активности. Наблюдения, которые будут проведены в этот период, дадут важный материал для сравнений.

Есть еще одна «земная» проблема, связанная с изучением Солнца: осуществление управляемых термоядерных реакций. Решению этой задачи номер один современной физики может содействовать тщательное изучение Солнца, этого гигантского термоядерного реактора, созданного самой природой.

В этой связи следует напомнить, что атомная энергия впервые была обнаружена в космосе при изучении Солнца и звезд. А сколько еще неразгаданных тайн хранит вселенная! Ведь космос — это созданная природой, бесконечно разнообразная лаборатория, в которой происходят бесчисленные преобразования вещества, излучения энергии. Здесь человек может встретить и изучить такие явления и процессы, такие состояния материи и источники энергии, которые пока еще не могут быть получены искусственным путем, в земных лабораториях. Их изучение позволило бы человеку овладеть новыми силами природы, научиться управлять новыми природными процессами и поставить их на службу людям.

Огромное значение для прогресса науки и техники, для развития наших знаний будет иметь дальнейшее освоение космического пространства, осуществление межпланетных перелетов.

Все то новое, что будет открываться людям в просторах вселенной, не только послужит расширению наших знаний об окружающем мире, о природе, но и поможет человечеству у себя на Земле решать многие важнейшие практические задачи.

Было время, когда астрономия занималась главным образом изучением положений и перемещений небесных тел. Затем она перешла к изучению их природы... В настоящее время она уже не ограничивается ни этими проблемами, ни даже самими небесными телами в собственном смысле этого слова: объектом ее исследования является, по существу, все космическое пространство, со всеми теми сложнейшими физическими процессами, которые в нем происходят. И поэтому трудно найти сейчас такую область естествознания, без которой можно было бы обойтись при изучении космоса. С другой стороны, современные науки, помогая раскрывать тайны вселенной, в результате этого сами непрерывно обогащаются.

2. ВЕСТНИКИ ДАЛЕКИХ МИРОВ

Заглянем в современную химическую лабораторию. Мы увидим множество пробирок и реторт, хитроумных аппаратов, точных приборов, автоклавов и печей. Здесь после многочисленных опытов и проб рождаются новые химические соединения, новые вещества, изучаются их свойства. Вот и сейчас один из ученых что-то рассматривает с помощью электронного микроскопа, другой подвергает какое-то соединение действию высокой температуры, третий пропускает через раствор электрический ток.

Примерно такую же картину мы увидим в лаборатории физика, биолога...

А теперь направимся туда, где рождаются знания о космических явлениях,— в астрономическую обсерваторию. И здесь мы увидим автоматические приспособления, мощные телескопы, точнейшие измерительные и электронные приборы. Но, в то время как физик, химик или биолог обычно имеет возможность оказывать непосредственное воздействие на изучаемый объект, изменяя его состояние и наблюдая последствия таких изменений, астроном лишен подобных возможностей. Интересующие его объекты, за исключением разве лишь упавших на Землю метеоритов, удалены на расстояния в сотни тысяч и миллионы километров от Земли.

Поэтому все многочисленные, обширные сведения о небесных телах, которыми располагает современная наука, добыты несколько иным путем.

Казалось, природа воздвигла между человеком и далекими космическими мирами непреодолимую стену. Казалось, все, что находится за пределами Земли, а тем более солнечной системы или Галактики, недоступно научному познанию.

Ссылаясь на трудности астрономических исследований, религиозные теоретики утверждали, что вселенная непознаваема.

Успехи астрономии вынудили защитников религии несколько изменить свои позиции.

— Да, конечно,— соглашались они,— кое-что о звездах и других небесных телах мы узнали, но это лишь внешние, незначительные проявления таинственных внутренних процессов, сущность которых сверхъестественна и которые никогда не будут раскрыты человеком.

Высказываясь подобным образом, богословы не придумали ничего нового: они лишь заимствовали точку зрения, высказан-

ную еще в глубокой древности греческим философом-идеалистом Платоном.

В своей известной притче Платон изобразил человечество прикованным на цепь внутри глубокой пещеры. При этом люди не знают, что происходит снаружи, они могут судить об этом лишь по тем теням, которые отбрасывают предметы внешнего мира на заднюю стену пещеры.

Во времена Платона человеческие знания находились в зачаточном состоянии, естественные науки носили умозрительный характер и действительно занимались изучением лишь внешней стороны явлений природы.

Но и в наше время платоновскую точку зрения разделяют теологи и отдельные буржуазные ученые. Так, английский астрофизик Джемс Джинс в своей книге «Физика и философия» писал: «Мы можем изобразить реальный мир как глубокий текущий поток: мир явлений есть его поверхность, дальше которой мы не можем видеть».

Подобные высказывания находятся в явном противоречии с фактами. В двух первых частях этой книги было приведено немало примеров, наглядно показывающих, в какие глубины явлений проникает современная наука, какие сокровенные тайны природы она раскрывает.

Изучение вселенной, совершенствование астрономических методов исследования — один из самых блестящих примеров того, как развитие науки преодолевает любые преграды на пути познания мира.

Космический свет

Слушая передачу московской радиостанции, вы можете находиться на большом расстоянии от столицы. Но вас связывают невидимые электромагнитные волны. В специально преобразованном на передающей станции, как говорят физики, закодированном, виде они несут с собой голос диктора. В радиоприемнике этот условный код вновь превращается в звуковые сигналы, и вы слышите передачу. В электромагнитную волну можно вложить определенную информацию. Это могут быть телеграфные сигналы азбуки Морзе, голос человека, музыка, команды управления на расстоянии приборами и механизмами или сообщения о показаниях измерительных приборов, подобные тем, какие передавались с космических кораблей, искусственных спутников Земли и автоматических межпланетных станций.

Вложить информацию в электромагнитное излучение может не только человек; это сплошь и рядом делает сама природа.

Небесные тела и другие космические объекты излучают или отражают различные электромагнитные волны, свойства которых находятся в непосредственной зависимости от температуры источника, его химического состава, а также от характера происходящих в нем физических процессов. К их числу помимо радиоволн относятся видимый свет, невидимые ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, а также рентгеновские и гамма-лучи.

Для того чтобы добыть содержащуюся в космических излучениях информацию, необходимо располагать чувствительными приемниками, а кроме того, знать тот код, с помощью которого природа зашифровала свои тайны.

Первым вестником далеких миров был световой луч. Но для того, чтобы прочитать содержащуюся в нем информацию, ученым пришлось немало потрудиться...

Взгляните на небо невооруженным глазом. Даже при очень остром зрении и самых тщательных подсчетах вы обнаружите на одном полушарии небесной сферы всего около 3 тысяч звезд. А ведь только в одной нашей звездной системе — Галактике свыше 100 миллиардов космических солнц. Глаз человека не в состоянии уловить слабый свет далеких космических тел. Поэтому прежде всего необходимо было создать такие устройства, которые могли бы собирать и улавливать световые лучи, приходящие к нам из космоса.

Так родился инструмент, явившийся одним из самых замечательных изобретений человека и по сей день представляющий собой главное оружие астронома,— телескоп.

Телескоп приближает далекие миры

Телескоп — прибор, собирающий свет, идущий от далеких космических объектов. И чем больше площадь его объектива, тем больше собирает он света. Уже первая в мире простейшая астрономическая труба Галилея собирала света в сто сорок четыре раза больше, чем глаз человека, а крупнейший телескоп современности, установленный на горе Паломар, в США, собирает света в миллион раз больше. Это и позволяет с помощью телескопов наблюдать слабые объекты, совершенно недоступные невооруженному глазу.

Простейший телескоп состоит из объектива, представляющего собой двояковыпуклую линзу, и двояковыпуклого окуляра. Телескоп такого типа носит название рефрактора.

Объектив собирает лучи, идущие от источника света, в точку, называемую фокусом, и создает действительное изображение источника излучения. Это изображение рассматривается с помощью окуляра.

В тех случаях, когда проводится наблюдение протяженного объекта, например Луны или планеты, телескоп его увеличивает.

Что же касается звезд, то расстояния до них столь велики, что даже после тысячекратных увеличений они продолжают казаться точками. По этой причине ни один, даже самый мощный, телескоп видимых размеров звезд не увеличивает, зато он во много раз увеличивает их видимую яркость. В сильный телескоп можно увидеть пламя свечи, удаленной на несколько тысяч километров.

Как известно, собственные размеры звезд ничтожны по сравнению с межзвездными расстояниями. Увеличивая видимые промежутки между звездами, телескоп как бы раздвигает их и дает возможность в ряде случаев наблюдать раздельно такие звезды, которые невооруженному глазу кажутся одиночными.

Практически далеко не весь свет, улавливаемый объективом, доходит до нашего наблюдателя: некоторая его часть теряется при прохождении через оптическую систему. Подсчеты показывают, что при увеличении диаметра телескопа световые потери возрастают значительно медленнее, чем площадь объектива. Это указывает на целесообразность создания гигантских телескопов с большими объективами.

Однако линзовые системы вряд ли пригодны для такой цели. Необходимость избегать возможных искажений заставляет астрономов применять в современных рефракторах сложные объективы, составленные из нескольких стекол. А изготовление составного объектива достаточно большого диаметра представляет собой необычайно сложную задачу. Стекло должно быть совершенно однородным, а все поверхности отполированы с точностью до тысячных долей миллиметра. Кроме того, большие составные объективы поглощают слишком много света, а линзы дают значительный прогиб. Поэтому практически диаметр существующих линзовых телескопов не превышает 100 сантиметров.

Наибольшее распространение в настоящее время получили телескопы-рефлекторы, в которых роль объектива выполняет вогнутое зеркало. Для борьбы с искажениями зеркалу придают особую параболическую форму. Параболическая поверхность обладает свойством сводить все световые лучи, падающие на нее параллельно оси телескопа, в одну точку.

Зеркальные объективы дешевле линзовых, и, кроме того, им можно придавать значительно большие размеры. Первоначально зеркала для телескопов-рефлекторов были металличе-

скими, но впоследствии их стали изготовлять из стекла, покрытого тонким слоем металла, хорошо отражающего свет.

Крупнейшим рефлектором является телескоп обсерватории Маунт-Паломар, в США. Его параболическое зеркало имеет 5 метров в поперечнике, весит 14,5 тонны и покоится на 36 опорах. Телескоп установлен в специальной башне, покрытой гигантским куполом, который имеет 42 метра в поперечнике и весит свыше тысячи тонн.

Недавно в Советском Союзе введен в строй крупнейший в Европе зеркальный 260-сантиметровый телескоп. Он установлен на Крымской астрофизической обсерватории.

Современные телескопы — это сложнейшие и точнейшие сооружения, способные давать колоссальные увеличения, в тысячи и даже десятки тысяч раз. Но подобные увеличения — увы! — недостижимы... У астрономов есть могучий враг — воздушная оболочка Земли. Воздух над Землей никогда не бывает совершенно спокоен, в атмосфере постоянно происходят перемещения воздушных масс. Вспомните, как летом струится теплый воздух над нагретой поверхностью, искажая видимость различных предметов, заставляя их как бы дрожать и расплываться. Точно так же начинает расплываться изображение в телескопе, как только ученые пытаются прибегнуть к большим увеличениям. Воздушные слои различной плотности, сквозь которые проходит свет небесных тел, играют роль своеобразных линз. Колебания атмосферы вызывают как бы изменения оптических свойств таких линз, а это приводит к тому, что изображения звезд и других объектов начинают колебаться и выходят из фокуса. Чем больше увеличение, тем сильнее подобные помехи: и наконец наступает момент, когда дальнейшее увеличение только ухудшает различимость деталей.

Поднимающиеся вверх потоки теплого воздуха настолько ухудшают качество изображения, что башни телескопов в зимнее время приходится не отапливать. Здесь должна быть точно такая же температура, как и на улице. Но и это не спасает положения. И хотя современные телескопы могли бы давать увеличение в десятки тысяч раз, астрономам приходится ограничиваться 500—600-кратными увеличениями.

Наличие атмосферных помех заставляет астрономов весьма тщательно подходить к вопросу о выборе места для строительства обсерваторий и установки крупных телескопов. В связи с этим в последние годы возник даже специальный раздел астрономии — астроклиматология.

Где удается получить наилучшее изображение: в горных районах или на равнине, на берегу моря или в глубине материка, в лесу или в пустыне? Помимо этого астроклиматология должна выяснить, насколько устойчиво спокойствие атмосферы в избранном для строительства районе, сколько бывает здесь ясных дней и ночей в году и т. п.

Улучшить качество телескопических изображений помогает и современная радиоэлектроника. С ее помощью можно попытаться очистить лучи света небесных светил, поступающие в телескоп, от примесей, сообщенных им атмосферой.

С этой целью лучи, собранные объективом телескопа, превращают в электрические заряды, которые размещаются на поверхности специального изолятора. Здесь как бы создается невидимое изображение небесного тела, нарисованное электрическими зарядами. Вот это-то изображение и подвергают своеобразной ретуши. Случайные заряды, появившиеся в результате атмосферных влияний, осторожно снимаются с помощью электронных пучков.

Очищенное таким образом изображение воспроизводится затем на телевизионном экране. Подобный способ позволяет увеличить яркость изображений звезд в десятки тысяч раз.

Телескоп помог астрономам улавливать космический свет. Но для того, чтобы расшифровать содержащуюся в световых лучах информацию, надо было знать тот код, которым природа зашифровала свои тайны. На помощь разведчикам вселенной пришла физика. Она не только создала всевозможные измерительные и другие точные приборы, но и разработала методы, которые помогли расшифровывать информацию, содержащуюся в электромагнитных излучениях.

Наиболее универсальным способом такого рода явился спектральный анализ.

Спектр — своеобразный волновой паспорт небесного светила. С его помощью можно определить химический состав источника света, его температуру, скорость движения и даже проникнуть в механизм происходящих там физических процессов.

Наряду со спектральным анализом в астрономических исследованиях получил широкое распространение еще один метод изучения света — так называемая фотометрия. Сущность его состоит в измерении количества света, приходящего к нам от различных небесных тел. Результаты подобных наблюдений имеют огромное значение для определения расстояний до звезд, а также выяснения их размеров и температур.

Большую роль играют фотометрические исследования и при наблюдении солнечных затмений. В частности, изучение общей яркости солнечной короны необходимо для определения ее массы и средней плотности. Во время затмений производятся также разнообразные фотометрические наблюдения неба, позволяющие судить о свойствах земной атмосферы.

В современной фотометрии все большую роль играют различные электрические методы исследования, все шире применяются всевозможные электронные измерительные приборы.

На протяжении 200 с лишним лет телескопические наблюдения велись с помощью глаза. Затем на смену глазу астронома-наблюдателя пришел более объективный и беспристрастный судья — фотографическая пластинка.

Фотография в астрономии

Фотографический метод быстро приобрел огромное значение в астрономических исследованиях. И не случайно, так как фотография обладает целым рядом существенных преимуществ перед наблюдениями с помощью глаза.

Если несколько художников, даже самых квалифицированных, будут писать одновременно портрет одного и того же лица, то их произведения никогда не будут совершенно одинаковыми и во всех без исключения деталях сходными с оригиналом. По этой причине и зарисовки результатов астрономических наблюдений, выполненные теми или иными астрономами, не могут считаться абсолютно достоверными. Известен целый ряд рисунков комет, туманностей и других небесных тел, которые совершенно не соответствуют действительности.

Фотографические пластинки свободны от этого недостатка: они дают точные документальные изображения изучаемых объектов. Такие изображения могут храниться многие годы, а проведенные с их помощью измерения можно повторить в любое время.

Фотографическая пластинка позволяет фиксировать различные явления и процессы, длительность которых чрезвычайно мала. При этом вся совокупность изучаемых объектов фиксируется в один и тот же момент времени.

Но, пожалуй, самым важным для астрономии свойством фотографической пластинки является ее способность «накапливать» свет. Глаз человека всегда воспринимает источник света таким, каким он виден в данный момент. Оттого, что мы будем смотреть на звезду несколько часов подряд, она не станет для нас более яркой. Иное дело — фотографическая пластинка. Благодаря тому, что светочувствительная эмульсия во время экспо-

зиции накапливает свет, открывается возможность, применяя длительные экспозиции, получать изображения слабых звезд и других объектов, невидимых в такой же телескоп при обычных наблюдениях. Так, при фотографическом методе с помощью 5-метрового телескопа удается обнаружить звезды, в сто раз более слабые, чем можно увидеть в тот же телескоп глазом.

Фотографическая пластинка позволила заглянуть и в область невидимого света, получить изображения космических объектов в инфракрасных лучах. Это сразу открыло новые возможности, так как инфракрасные лучи хорошо проходят сквозь пыль и туман, сквозь межзвездную среду — там, где видимый свет пройти не может.

На протяжении длительного времени свет был единственным вестником далеких миров, доступным исследованию. Но луч света далеко не единственный вестник далеких миров. Космическое пространство буквально пронизано различными излучениями и потоками частиц, исследование которых могло бы значительно расширить наши знания о вселенной. Однако на пути подобных исследований опять-таки стоит воздушная оболочка Земли — атмосфера, которая поглощает львиную долю всевозможных излучений, заполняющих мировое пространство. Сквозь воздух проходят лишь видимый свет и отчасти радиоволны.

Космическое радиоизлучение несет с собой ничтожную по сравнению со световыми лучами энергию. Поэтому использовать его стало возможным лишь в последние годы, когда удалось создать достаточно чувствительные приемники радиоволн...

«Говорит» вселенная

Это произошло в годы войны. Гитлеровская авиация обрушила бомбовые удары на Лондон. Первое время фашистские самолеты, неожиданно появлявшиеся со стороны пролива, чувствовали себя безнаказанными. Но вскоре англичане применили секретное оружие... Охрану побережья приняли на себя чуткие антенны радиолокаторов. Невидимыми лучами ощупывали они небо и, принимая отраженные фашистскими самолетами радиоволны, вовремя сообщали противовоздушной обороне об их приближении. Стервятники получали достойный отпор. Небо над Англией было для них закрыто.

И вдруг у фашистов нашелся союзник. В утренние часы во время воздушного нападения эфир заполнялся неизвестными радиосигналами. Они искажали показания локационных станций, путали операторов. На экранах локаторов изображения фашистских самолетов безнадежно терялись в океане помех.

Учитывая серьезность положения, английское командование отдало своим войскам приказ: во что бы то ни стало обнаружить таинственную радиостанцию и любой ценой уничтожить ее. Однако приказ удалось выполнить только наполовину. Неизвестная радиостанция была обнаружена. Но разбомбить ее оказалось выше сил человеческих, так как расположена она была на расстоянии 150 миллионов километров от Земли. Английским локационным станциям мешало своими радиопередачами... Солнце.

Еще около 30 лет назад было замечено, что коротковолновые радиоприемники принимают какие-то странные сигналы непонятного происхождения. Самое удивительное заключалось в том, что они повторялись через равные промежутки времени, в течение которых Земля как раз успевала совершить очередной полный оборот вокруг своей оси. Это заставляло предполагать, что таинственные радиостанции расположены где-то за пределами земной атмосферы, в космическом пространстве. Так было положено начало радиоастрономии — новому могущественному методу изучения вселенной, получившему в послевоенные годы необычайно быстрое развитие.

Кто из нас не любовался в ясный солнечный день бездонной голубизной ясного неба, не радовался великому разнообразию красок окружающей природы?

А представьте себе такое...

Ясный солнечный день. Открытая местность. Но что за странная картина? На месте Солнца — яркое пятно гораздо больших размеров и неправильной формы. А справа и слева от него еще два таких же ярких светила...

Что это: рассказ-загадка или страничка из повести о приключениях астронавтов на далекой таинственной планете? Ни то, ни другое. Удивительную картину, которая была только что описана, видел бы каждый из нас, жителей Земли, если бы наши глаза были чувствительны не к световым лучам, а к радиоволнам длиной от 3 до 5 метров.

А если бы мы воспринимали еще более длинные волны, от 15 до 25 метров, то окружающий мир предстал бы перед нами в еще более необычном виде. На исключительно ярком фоне ослепительного неба зияло бы темное пятно — наше дневное светило.

Глаза человека нечувствительны к радиоволнам. Но человек создал специальные устройства — радиотелескопы, позволяющие улавливать и переводить на земной язык «радиоголоса» вселенной.

Современные оптические телескопы представляют собой все более и более грандиозные сооружения. Как мы уже говорили, чувствительность телескопа и его способность обнаруживать далекие слабые объекты зависят главным образом от размеров его зеркала, собирающего излучение небесных светил. Но, чем больше телескоп, тем труднее его изготовить. Особенно большой точности требует шлифовка зеркал. Иное дело — радиотелескоп. Его зеркало может представлять собой металлическую сетку с довольно крупными ячейками. Это позволяет без особого труда создавать радиотелескопы весьма внушительных размеров. Так, например, радиотелескоп Физического института имени Лебедева Академии наук СССР, введенный в строй в 1959 году, имеет сетчатое «зеркало» поперечником в 22 метра, которое может легко поворачиваться в любую точку неба. Оригинальный радиотелескоп создан учеными Пулковской обсерватории под Ленинградом. Он состоит из нескольких десятков больших металлических щитов, расположенных рядом друг с другом по огромной дуге, на протяжении 130 метров. Отраженные этим необычным зеркалом радиоволны улавливают антенной, установленной на особой тележке, которая может перемещаться по специальным рельсам. Изменяя наклон щитов и положение антенны, можно вести наблюдение за различными участками неба.

И сегодня, пожалуй, трудно найти такую обсерваторию, где наряду с «традиционными» астрономическими наблюдениями ученые не занимались бы приемом и изучением «радиоголосов» космоса.

В последние годы советскими и американскими астрономами была выдвинута оригинальная идея — использовать в качестве приемного зеркала радиотелескопа земную атмосферу. Если это удастся осуществить, то астрономы получат в свое распоряжение небывалый радиотелескоп с грандиозным объективом, намного превосходящий по своей чувствительности все существующие в настоящее время системы.

Солнце и планеты — космические радиостанции

Одной из самых мощных космических радиостанций является Солнце. Изучение солнечных радиопередач показало, что радиоизлучение нашего дневного светила обладает довольно беспокойным характером. Когда на поверхности Солнца нет пятен, его радиоизлучение весьма слабо. Но как только появляются пятна, возникает дополнительное, очень мощное и быстро меняющееся радиоизлучение возмущенного Солнца.

Изучая солнечные радиопередачи, ученые на первых порах столкнулись с одним довольно странным обстоятельством. Как известно, солнечная поверхность имеет температуру около 6 тысяч градусов. Между тем радиоволны, поступающие к нам от Солнца, имеют длину около 1 метра, что соответствует температуре источника излучения в 1 миллион градусов. Загадка разрешилась только тогда, когда обнаружилось, что мы принимаем радиопередачи не самого Солнца, а внешней, разреженной части его атмосферы, так называемой солнечной короны.

Всестороннее изучение солнечных радиоволн стало неотъемлемой частью астрономических исследований, имеющей немаловажное практическое значение.

Как известно, активные процессы, происходящие на поверхности Солнца, служат источником целого ряда геофизических явлений: магнитных бурь, полярных сияний, нарушений радиосвязи. Оказалось, что солнечная радиостанция передает об этих явлениях своеобразное предупреждение. По временам поток радиоизлучения Солнца неожиданно возрастает в миллионы раз. Было установлено, что эти мощные всплески происходят как раз в тот момент, когда на Солнце возникают так называемые вспышки. Примерно через сутки после такого радиопредупреждения на Земле начинается магнитная буря.

Другая космическая радиостанция — наш естественный спутник Луна. Источником лунных радиопередач, принятых впервые в 1946 году, служит поверхность нашего спутника, нагретая лучами Солнца. Изучение лунных радиопередач позволяет уточнить наши представления о строении и температуре лунной поверхности.

В 1961 году горьковские радиоастрономы провели интересные наблюдения Луны в радиолучах. Эти наблюдения показали, что верхний слой Луны — это не слой пыли, как представляли раньше, а твердое, сплошное пористое вещество, похожее на пенопласт, в котором около 80% объема приходится на внутренние пустоты. Что же касается его состава, то скорее всего это минералы типа гранита или диорита, богатые кварцем.

За последние годы ученые обнаружили, что источниками космического радиоизлучения являются также некоторые планеты солнечной системы. Особенно интересно применение радиоастрономических методов исследования к планете Венера, изучение которой обычными оптическими способами, как мы уже знаем, наталкивается на серьезные затруднения. Для радиоволн облака, окутывающие Венеру, не препятствие. При

этом источником радиоизлучения Венеры, как и Луны, является главным образом поверхность планеты, нагретая лучами Солнца.

Советские ученые проводили свои наблюдения на волне длиной 8 миллиметров с помощью мощного радиотелескопа. Им удалось проследить, как меняется температура поверхности Венеры в зависимости от условий солнечного освещения. Оказалось, что, по мере того как планета поворачивается к Земле своей дневной стороной, температура ее заметно растет.

Многие исследователи высказывали предположение о том, что поверхность Венеры сплошь покрыта водой. Однако заметное различие дневных и ночных температур не согласуется с этой гипотезой, так как в океане благодаря перемешиванию разность температур должна была бы сравнительно быстро сгладиться.

Было также замечено, что волны длиной 8 миллиметров поглощаются атмосферой Венеры значительно сильнее, чем волны, имеющие бо́льшую длину. Между тем известно, что поглощение миллиметровых волн в земной атмосфере непосредственно связано с наличием в ней свободного кислорода и водяных паров. Это свидетельствует о том, что в нижних слоях атмосферной оболочки Венеры также присутствует либо кислород, либо пары воды.

Еще одной космической радиостанцией в нашей солнечной системе является Юпитер. История открытия радиоизлучения этой гигантской планеты довольно любопытна.

В начале 1955 года американские ученые Берк и Франклин, изучая космические радиоволны с помощью чувствительного радиотелескопа, неожиданно обнаружили неизвестный ранее очень сильный источник радиоизлучения на волне 13,5 метра. По своему характеру он резко отличался от других подобных источников: его излучение было весьма нерегулярно и состояло из серии коротких всплесков, очень похожих на грозовые разряды.

Вскоре обнаружилось еще более любопытное явление. Оказалось, что новый источник меняет свое положение относительно звезд. А это означало, что он расположен очень близко, быть может даже в пределах солнечной системы. И действительно, через некоторое время удалось установить, что новый источник космического радиоизлучения — Юпитер.

На первый взгляд может показаться странным, что радиоизлучение Юпитера не было замечено раньше, но это легко объясняется тем, что оно похоже на грозовые разряды. Возмож-

но, что ученым и раньше удавалось принимать радиопередачи с Юпитера, но они не обращали на них внимания, полагая, что имеют дело с обычными атмосферными помехами.

Но что за таинственная радиостанция посылает к нам оттуда свои сигналы?

Так как Юпитер удален от Солнца на огромное расстояние, его тепловое радиоизлучение является настолько слабым, что современная радиоастрономическая аппаратура не могла бы его обнаружить.

Какова же в таком случае природа мощного радиоизлучения Юпитера?

Около двух лет назад по этому поводу было высказано любопытное предположение, связывающее радиоизлучение Юпитера с происходящими в его атмосфере явлениями грозового характера. В самом деле, водородная атмосфера этой гигантской планеты содержит многочисленные облака, состоящие, по-видимому, из капелек метана и кристалликов аммиака.

Вполне вероятно, что такие облака, если они действительно существуют, способны накапливать электрический заряд, что в свою очередь может иногда приводить к возникновению грозовых разрядов. Грозовая гипотеза представлялась довольно убедительной. Новые данные не только не прояснили вопроса, но, наоборот, еще сильнее его запутали.

Во-первых, оказалось, что наиболее сильное излучение радиоволн всегда происходит из одной и той же точки Юпитера, а во-вторых, было высказано предположение, что источник радиоволн лежит на поверхности планеты, значительно ниже слоя облаков. Все это, разумеется, никак не согласуется с грозовой гипотезой.

Таким образом, природа радиоизлучения Юпитера пока что остается невыясненной.

Дальнейшее изучение «радиоголосов» Венеры и Юпитера, а возможно, и других планет нашей солнечной системы поможет астрономам лучше изучить природу этих космических соседей Земли и разрешить тем самым многие вопросы, до сих пор остающиеся загадкой.

Радиоастрономия располагает более широкими возможностями, чем оптическая, еще в одном отношении: она не только пассивно исследует радиоволны, излучаемые различными космическими объектами, но и может непосредственно прощупать поверхность небесных тел радиолучом, специально направленным с Земли, и принимать отраженные сигналы.

Еще до войны советские ученые Л. И. Мандельштам и Н. Д. Папалекси теоретически обосновали возможность радиолокации Луны. 10 января 1946 года этот опыт был впервые осуществлен американцами. С помощью специального радиолокатора в направлении Луны был послан мощный радиоимпульс. Примерно через 2,5 секунды приборы отметили слабый ответный сигнал — радиоэхо, отраженное лунной поверхностью. Впоследствии подобные опыты повторялись неоднократно. Но только в мае 1959 года была осуществлена первая передача через Луну. Сообщение, отправленное из Англии азбукой Морзе, отразилось от лунной поверхности и было принято по другую сторону Атлантического океана, в США. На следующий день опыт был повторен. Однако на этот раз передача велась уже не точками и тире — у микрофона выступил директор одной из английских обсерваторий профессор Ловелл. В конце 1962 года советские ученые впервые осуществили передачу радиосигналов «через» планету Венера. Телеграфной азбукой в направлении Венеры были переданы три слова: «ЛЕНИН», «МИР» и «СССР». Отраженные поверхностью планеты, радиоволны вернулись к Земле и были зарегистрированы приемной аппаратурой.

Быстрое совершенствование современной радиотехнической аппаратуры открыло возможность перейти от лунных опытов к радиолокации планет солнечной системы.

В результате подобных наблюдений было уточнено среднее расстояние Земли от Солнца, что имеет весьма важное значение для расчетов ракетных орбит.

Не меньший интерес представляет собой также изучение «радиоголосов» далеких космических объектов, лежащих за пределами нашей солнечной системы. В настоящее время известно уже около 2 тысяч подобных радиостанций, расположенных в различных областях неба.

Физическая природа источников космических радиоволн весьма разнообразна. Но, пожалуй, самый большой интерес среди них представляет разреженный межзвездный газ, заполняющий мировое пространство, главным образом водород.

В 1945 году голландский астрофизик ван де Хулст высказал предположение о том, что атомы водорода, имеющиеся в межзвездном пространстве, могут излучать радиоволны длиной 21 сантиметр. В 1948 году советский ученый И. С. Шкловский, подробно исследовав этот вопрос, подтвердил предположение ван де Хулста и подсчитал, что указанное излучение вполне может быть обнаружено современными радиотелескопами.

В 1951 году радиоизлучение водорода, предсказанное теорией, было действительно обнаружено, независимо друг от друга, наблюдателями трех континентов земного шара.

Радиоастрономические исследования на волне 21 сантиметр позволили не только установить механизм излучения межзвездного водорода, но также изучить распределение и движение водородных облаков в межзвездном пространстве. Подобные наблюдения имели огромное значение для выяснения структуры нашей звездной системы — Галактики, изучения ее центрального ядра и закономерностей галактического вращения. Они пролили новый свет и на один из кардинальнейших вопросов современной физики — проблему происхождения космических лучей, то есть потоков ядер атомов водорода, гелия и других химических элементов, приходящих к нам из таинственных глубин вселенной.

Космические лучи и «сверхновые» звезды

Используя данные радиоастрономии, советские ученые В. Л. Гинзбург и И. С. Шкловский обнаружили тесную связь, существующую между космическими лучами и вспышками так называемых «сверхновых» звезд.

В 1054 году в созвездии Тельца неожиданно вспыхнула странная звезда. Ее сияние в течение полугода можно было наблюдать даже в дневное время. Пораженные необычным явлением, ученые того времени оставили его описание в своих летописях. Впоследствии подобные же вспышки наблюдались в других созвездиях еще дважды — в 1512 и в 1604 годах.

Явления эти и получили название вспышек «сверхновых» звезд. В момент такой вспышки, происходящей под действием каких-то пока еще неизвестных нам физических процессов, звезда неожиданно раздувается, сбрасывая с себя газовую оболочку. В некоторых случаях может произойти даже полный разлет всего материала звезды. Взрыв звезды сопровождается выделением чудовищной энергии. Достаточно сказать, что в некоторых случаях «сверхновая» звезда в течение нескольких дней после вспышки излучает такое же количество света, как несколько миллиардов Солнц.

После вспышки на месте взорвавшейся звезды возникает газовая туманность, образовавшаяся из ее распыленных остатков.

Одна из таких туманностей, названная Крабовидной, находится в созвездии Тельца, на месте вспышки «сверхновой» звезды 1054 года. Несколько лет назад было обнаружено, что Крабовидная туманность является мощным источником радио-

излучения. Это означает, что в ней существует множество электронов, движущихся с огромными скоростями. Такие электроны представляют собой своеобразные космические радиостанции. Перемещаясь в межзвездных магнитных полях, они излучают радиоволны. А там, где имеются быстрые электроны, должно присутствовать и огромное количество других заряженных частиц, движущихся с колоссальными скоростями, со скоростями космических лучей.

Так было обнаружено, что колыбелью космических лучей, по-видимому, являются газовые оболочки «сверхновых» звезд.

Изучение радиоволн, испускаемых Крабовидной туманностью, позволило получить важные сведения о самых внешних слоях солнечной атмосферы, так называемой сверхкороне.

Ежегодно, в середине июля, Солнце в результате движения нашей планеты оказывается для земного наблюдателя расположенным вблизи Крабовидной туманности. Благодаря этому радиоволны туманности по дороге к Земле проходят сквозь солнечную корону. Изменения, которые они при этом испытывают, позволяют судить о физическом состоянии короны. В частности, удалось установить, что ее структура неоднородна и что сверхкорона обладает магнитным полем.

Одна из самых мощных космических радиостанций расположена в созвездии Лебедь. В 1951 году на этом месте с помощью крупнейшего в мире, 5-метрового телескопа удалось сфотографировать две тесно прижавшиеся друг к другу галактики.

Тогда была высказана гипотеза о столкнувшихся галактиках. Ученые предполагали, что в результате подобной катастрофы, длящейся десятки миллионов лет, в районе столкновения могут возникнуть условия, благоприятные для образования космических лучей, что в свою очередь неизбежно влечет за собой мощное радиоизлучение.

В самое последнее время появилась существенно новая точка зрения, отрицающая идею столкновения. Вероятнее всего, в созвездии Лебедь мы наблюдаем совершенно уникальную картину рождения галактик из разреженной космической среды. В связи с этим радиоастрономические наблюдения этого удивительного объекта, расположенного на чудовищном расстоянии от нашей солнечной системы, приобретают особенно большой интерес.

Сегодня крупные радиотелескопы позволяют зондировать космическое пространство на расстоянии, в десятки раз

большем, чем это удается при помощи оптических телескопов.

Тем самым радиоастрономия существенно расширяет границы доступной современным исследованиям области вселенной, позволяя человеку проникать все дальше и дальше в таинственные глубины космоса.

Радиоастрономические наблюдения могут сослужить человеку еще одну, чисто земную службу. Как известно, одна из главных практических задач морской и воздушной навигации — определение местонахождения корабля или самолета по положению небесных светил. Однако непосредственные наблюдения светил находятся в полной зависимости от состояния погоды. Зато ориентация при помощи специальных приборов на источники мощных космических радиоизлучений возможна при любой погоде: облачность радиоволнам не помеха.

Ядерная астрофизика

С развитием науки и техники возможности оптических и радиоастрономических исследований расширяются все в большей и большей степени, позволяя проникать все глубже в тайны вселенной.

И все же эти методы изучения небесных тел имеют один весьма существенный недостаток: они не дают возможности заглянуть внутрь звезд и выяснить характер происходящих там процессов. Электромагнитные излучения, которые рождаются в недрах звезды, не могут пробиться сквозь толщу ее вещества к поверхности и до нас не доходят. В связи с этим астрономы вынуждены до сих пор довольствоваться лишь чисто теоретическими методами изучения источников могучей звездной энергии.

Что происходит в центральной части звезды? В каком состоянии находится ее вещество? Какие именно ядерные реакции протекают в ее глубинах? На все эти вопросы до сих пор нет однозначного ответа. И может ли такой ответ быть получен вообще? Не являются ли недра звезд как раз тем непознаваемым, которое недоступно научному исследованию, которое никогда не откроется человеку?

Однако и эта задача, без сомнения, будет решена. Благодаря успехам современной ядерной физики наметился новый, весьма перспективный путь проникновения в тайны внутреннего строения звезд.

Он связан с уже знакомой нам ядерной частицей — нейтрино.

Не может ли нейтринное излучение послужить новым вест-

ником далеких миров? Эту многообещающую идею, кладущую начало новой области знания — нейтринной астрономии, высказали несколько лет назад венгерские физики Георг Маркс и Нора Менихард.

...Обсерватория мало походила на обычную. Не было ни традиционных башен с вращающимися куполами, ни телескопов, ни даже причудливых антенн радиотелескопов, улавливающих далекие «радиоголоса» вселенной. Вместо всего этого в стороне от главного здания высилось какое-то огромное сооружение, отдаленно напоминающее гигантскую бетономешалку. Массивные колонны поддерживали огромный металлический резервуар с раструбами, обращенными в землю. Резервуар плавно вращался, и его тень в лучах полной Луны медленно ползла по бетонированной площадке.

— Это и есть наш новый телескоп,— сказал один из сотрудников обсерватории,— сейчас мы ведем наблюдение за Солнцем.— И он показал пальцем куда-то в Землю, туда, куда был направлен раструб телескопа.

Не правда ли, странно? Наблюдать за Солнцем в ночное время, да еще сквозь толщу земного шара...

Пока что подобных обсерваторий еще не существует, но вполне вероятно, что они появятся в самом недалеком будущем. Рождается новый метод изучения вселенной — нейтринная астрономия.

Нейтрино непосредственно участвуют в ядерных реакциях, протекающих в недрах звезд, и могут сообщить нам множество ценнейших сведений об этих процессах. Известно, например, что различным типам ядерных превращений соответствует испускание нейтрино и антинейтрино различных энергий. И если бы, в частности, удалось изучить нейтринный поток, идущий к нам от Солнца, мы, вероятно, узнали бы наконец, какой именно тип термоядерной реакции преобладает в его недрах.

Но каким образом регистрировать и исследовать нейтринные потоки, приходящие к нам из космоса? Ведь тот метод обнаружения нейтрино, с помощью которого физикам удалось впервые зарегистрировать эту «неуловимую» частицу и о котором шла речь в первой части книги, обладает слишком низкой чувствительностью даже для того, чтобы обнаружить нейтринные излучения Солнца. Нейтринные же потоки из далеких уголков вселенной еще намного слабее.

И все же задача разрешима. На помощь астрофизикам должна прийти еще одна ядерная реакция с участием нейтрино. Дело в том, что под действием «неуловимой» частицы ядро

одного из изотопов хлора превращается в ядро изотопа аргона. При этом образуется электрон, который, в отличие от нейтрино, можно регистрировать обычными, хорошо известными способами. Этот метод и предлагается использовать для создания нейтринного телескопа, фантастическим описанием которого начиналась эта глава. Объективом телескопа может быть резервуар, содержащий несколько десятков тонн четыреххлористого углерода. Подобное устройство позволило бы регистрировать довольно слабые потоки частиц. В дальнейшем путем чисто технических усовершенствований чувствительность нейтринного телескопа может быть значительно повышена.

Вторая трудность, с которой придется встретиться нейтринной астрономии,— это помехи со стороны других космических излучений. Однако от этих помех можно избавиться весьма оригинальным способом. В отличие от обычных оптических и радионаблюдений, изучение нейтринных потоков Солнца будет производиться не в дневное время, а ночью, когда наше дневное светило погружается под горизонт. При этом нейтринный телескоп будет направлен не в небо, а в землю и наблюдения будут осуществляться сквозь всю толщу планеты. Поглощая все другие излучения, кроме нейтринного, Земля послужит отличным фильтром.

Есть все основания ожидать, что уже в сравнительно недалеком будущем нейтринные наблюдения Солнца станут реальностью. Дальнейшее увеличение чувствительности приемных устройств позволит приступить к исследованию нейтринного излучения космического пространства и отдельных галактик.

Таковы заманчивые перспективы развития новой области науки — нейтринной астрофизики. Она рождается на наших глазах. И очень может быть, что уже в ближайшем будущем к телевизионным телескопам, дающим возможность получать на экране четкие изображения планет, электронно-оптическим преобразователям, позволяющим вести наблюдения в невидимых инфракрасных лучах, наконец, к электронно-вычислительным машинам присоединится этот новый метод познания вселенной.

Академик А. Н. Несмеянов весьма образно сравнил процесс научного познания природы с боем на улицах города. В сражении за многоэтажный дом особенно трудно осуществить прорыв на очередной этаж. Но, как только подобный прорыв совершен, атакующие быстро растекаются по этажу, то тут то там завязывая бои, а в образовавшуюся брешь устремляются все новые и новые силы. Так и в развитии науки бывают этапы, которые знаменуют собой прорыв на новый этаж, в новую область. Подобные периоды особенно плодотворны: открытия следуют одно за другим, проблемы, казавшиеся необычайно трудными, находят самые неожиданные решения, быстро растет число практических применений. Не так давно, на наших глазах, подобный прорыв в мир атома совершила физика. Бои за этот этаж еще продолжаются, но они в короткий срок уже принесли человечеству целый ряд выдающихся открытий.

В настоящее время не менее знаменательный период в своем развитии переживает и наука о небесных телах, о строении вселенной.

И прежде всего это связано с осуществлением космических полетов.

Совсем недавно, в 1957 году, австрийский католический патер Ленц писал:

«Полет в космическое пространство...— это древнейшая мечта сынов Земли. Но даже наш технический век еще не в состоянии надежно поручиться, что эта мечта... сможет осуществиться... Гордый своей техникой, человек — и сейчас и всегда в будущем — имеет достаточно оснований, чтобы молитвенно склониться перед инженером, архитектором и создателем всего мира...»

Однако не прошло и года, и в «священные небеса» устремился первый советский искусственный спутник Земли. А вслед за этим советские люди начали настоящий штурм космоса. Ракеты к Луне, космические корабли, межпланетные автоматические станции и, наконец, замечательные полеты советских космонавтов без всякого сомнения могут быть поставлены в один ряд с величайшими научными достижениями в истории человечества, явившимися важными вехами в его движении по пути прогресса.

Но в то время как великие географические открытия, изобретение паровой машины и электродвигателя и другие науч-

ные достижения прошлого являлись следствием стихийного развития общества, освоение космического пространства представляет собой результат сознательного, планомерного развития науки и техники нашего социалистического государства.

Какие же блага может принести человечеству дальнейшее освоение космоса? Какие научные и практические задачи способны разрешить космические полеты? Какие новые тайны вселенной помогут они открыть?

Быть может, человека влечет в космос лишь одно извечное стремление к познанию неведомого? Конечно, наука всегда стремится вперед. Ее наиболее характерная особенность и состоит в том, что, изучая явления природы, она старается вырвать у нее все новые и новые тайны. Но в то же время очередные задачи науки и возможности их решения возникают не случайно, не по прихоти людей — они закономерно созревают в процессе развития общества, его производительных сил.

Так, овладение атомной энергией было бы невозможно без предшествовавших ему успехов физики и химии, а космическая ракета не могла бы быть построена без использования новейших достижений радиотехники, электроники, металлургии и целого ряда других наук.

Но это лишь одна сторона дела. Эра космических полетов наступила не только потому, что в наши дни появились технические возможности их осуществления. Дело еще и в том, что многие современные науки для своего дальнейшего развития нуждаются в сведениях, которые можно добыть только в просторах вселенной.

Успехи советской науки и техники в освоении космоса, создание тяжелых космических кораблей и спутников Земли, способных вместить большое количество разнообразной измерительной аппаратуры и доставить ее на любую высоту, дали возможность перейти от пассивного изучения космических явлений к непосредственным экспериментам и наблюдениям в верхней атмосфере и в межпланетном пространстве. А экспериментальное исследование — это наиболее быстрый и эффективный путь научного познания.

Наблюдение и эксперимент

Ученый, только наблюдающий то или иное явление, должен, что называется, сложа руки ожидать, когда в природе возникнут необходимые условия. Экспериментатор же создает нужные условия сам. Вспомните, например, как стремятся ученые в полосу полных солнечных затмений. Только в эти короткие минуты можно в полной мере наблюдать и изучать солнечную

корону — внешнюю оболочку нашего дневного светила. В обычное время этому мешает рассеянный земной атмосферой солнечный свет. Между тем, поднявшись за пределы плотных слоев воздуха, на достаточную высоту, наблюдение короны можно было бы вести непрерывно.

Наконец, еще одно преимущество экспериментального исследования заключается в том, что ученый может изменять по своему желанию ход опыта и наблюдать последствия таких изменений.

Сегодня непосредственные наблюдения на больших высотах с помощью летающих космических лабораторий уже начались. За сравнительно короткий срок они уже принесли такие новые данные, добыча которых прежними методами потребовала бы долгих лет упорного, а в ряде случаев, быть может, и бесполезного труда. Новые исследования советских ученых с помощью искусственных спутников Земли должны значительно расширить наши знания о космических процессах.

Современникам выдающихся научных открытий часто бывает трудно судить об их практических последствиях.

Открыв электромагнитные волны, известный физик Генрих Герц заявил, что, по его мнению, они никогда не будут иметь никакого практического применения. Прошло не так много времени, и в наши дни трудно назвать такую область физики, которая могла бы соперничать с радиотехникой по числу практических применений.

В свое время теория относительности казалась многим отвлеченной гипотезой, представляющей лишь чисто математический интерес. Подобные высказывания можно было услышать даже в сравнительно недавнем прошлом. А сегодня на основе теории относительности ведется расчет ускорителей ядерных частиц и других сложнейших установок атомной физики.

Нам, современникам и свидетелям первых шагов человечества в космическое пространство, трудно представить себе в полной мере, какие колоссальные последствия будет иметь освоение космоса для прогресса человечества.

Но мы знаем, что каждое выдающееся достижение науки позволяет человечеству идти вперед более быстрыми темпами, чем раньше.

Целые тысячелетия понадобились людям, чтобы выяснить форму Земли и ее положение во вселенной. Многие сотни лет трудились они, чтобы заложить основы механики, физики, математики, астрономии, и этот титанический труд не пропал

даром. Он подготовил тот поразительный бросок вперед, который совершила наука на протяжении последних десятилетий.

Буквально на наших глазах осуществился целый ряд замечательных открытий, совершился подлинный переворот в науке и технике. Люди, жившие всего 100 лет назад, не знали ни автомобилей, ни авиационного транспорта, ни радиоприемников, ни телевизоров... За последние десятилетия были достигнуты решающие успехи в изучении строения вещества, открыты и разработаны важнейшие разделы современной физики и химии.

А всего лишь за последние 20 лет люди овладели атомной энергией и построили первые атомные электростанции. За то же время развились реактивная и ракетная техника, радиолокация, автоматика и телемеханика, металлургия, органическая химия, родились совершенно новые области науки, такие, как кибернетика, радиоастрономия, радиохимия, астроботаника и т. п. Таким образом, за этот сравнительно короткий срок ученые добились таких колоссальных успехов в самых различных областях, что их можно сравнить с достижениями науки за несколько предыдущих столетий.

Давая могучий толчок развитию физики, астрономии, химии, биологии, математики и других точных наук, космические полеты явятся небывалым ускорителем прогресса человеческих знаний.

Дальнейшее развитие космических исследований с помощью ракет и спутников — одна из важнейших задач нашей науки и техники. Об этом прямо говорится в Программе Коммунистической партии, которая подчеркивает, что подобные исследования помогут нам открыть новые явления и законы природы, изучить небесные тела.

Спутники рассказывают

Еще в те дни, когда у нашей планеты появился первый искусственный спутник Земли, созданный советскими учеными, многочисленные радиостанции начали прием его радиосигналов. В этой армии радиоразведчиков космоса было немало радиолюбителей. Пожалуй, никогда еще не следили они за «эфиром» с таким вниманием. Еще бы: работал первый космический радиопередатчик. Его голос был отчетливо слышен. И вот однажды один из московских радиолюбителей, приняв радиосигнал спутника, заметил, что вслед за ним пришел еще один сигнал, но гораздо более слабый, напоминающий эхо. И действительно, это было своеобразное эхо. Наряду с прямым сигналом, пришедшим кратчайшим путем, в приемник попала радиоволна, обежавшая вокруг земного шара. Где-то на огром-

ной высоте, там, где в этот момент находился спутник, в атмосфере возник своеобразный радиоканал, двигаясь по которому радиоволна смогла беспрепятственно преодолеть огромное расстояние.

Верхние слои атмосферы — это своеобразная фабрика магнитных бурь, полярных сияний, нарушений радиосвязи и многих других геофизических явлений, с которыми до сих пор все еще связано много загадочного. Исследования, проводимые с помощью искусственных спутников Земли, помогают ученым вплотную подойти к решению интереснейших проблем, имеющих важное научное и практическое значение.

Так тщательные радионаблюдения помогли установить, что моменты начала и окончания слышимости радиосигналов спутников, или, другими словами, моменты «радиовосхода» и «радиозахода», как правило, не совпадают с появлением и исчезновением самого спутника за горизонтом.

Обращали ли вы внимание на то, что в листке календаря от 21 марта, когда день равен ночи, указана продолжительность дня не 12 часов ровно, а 12 часов с минутами. Ошибки в этом нет. Дело в том, что солнечные лучи распространяются в земной атмосфере далеко не прямолинейно. Это связано с тем, что на различных высотах плотность воздуха не одинакова и световые лучи, переходя из одного слоя в другой, испытывают значительное преломление. Это явление, называемое рефракцией, и удлиняет светлое время суток. Благодаря рефракции мы видим по утрам Солнце за несколько минут до того, как оно в действительности появилось над горизонтом, а вечером — уже после того, как оно скрылось от нас за выпуклостью земного шара. Подобная же рефракция характерна для радиоволн, которые, так же как и лучи света, представляют собой электромагнитные колебания. При этом величина искривления радиоволн позволяет судить о распределении электрических зарядов на различных высотах.

За время существования советских искусственных спутников накопилось огромное количество радионаблюдений. Их обработка дала весьма интересные результаты. В свое время ученые считали, что ионосфера состоит из отдельных слоев заряженных частиц.

С помощью ракет и спутников удалось выяснить, что подобные представления были неточными и что в действительности количество свободных электронов плавно возрастает с увеличением высоты.

Интереснейшие проблемы связаны с магнитными силами

Земли. Каждый новый результат в этой области представляет огромный интерес для науки. Поэтому советские ученые предусмотрели проведение геомагнитных измерений и на искусственных спутниках Земли. Впервые такой эксперимент был осуществлен на третьем советском спутнике. При этом особое внимание было обращено на изучение магнитного поля огромной Восточно-Сибирской аномалии. Третий советский спутник много раз пересекал ее район, и анализ полученных данных подтвердил, что ее источники находятся на довольно большой глубине. Этот результат является выдающимся вкладом в мировую науку.

Еще совсем недавно среди ученых шли оживленные дискуссии о степени так называемой метеорной опасности. Некоторые придерживались даже мнения о том, что будущие спутники в короткое время будут полностью уничтожены ударами многочисленных метеорных частиц. Космические исследования не подтвердили опасений. Наблюдения и расчеты показали, что встреча с достаточно крупным метеорным телом, способным причинить космическому кораблю сколько-нибудь серьезный вред, весьма маловероятна.

Во время полетов искусственных спутников и советских космических ракет было также обнаружено явление, о котором до этого никто даже не подозревал. Оказалось, что в непосредственной близости от нашей планеты располагаются два пояса, состоящие из большого количества быстро движущихся заряженных частиц. Это протоны — ядра атомов водорода и электроны. Нижняя граница первого радиационного пояса проходит приблизительно на высоте около 400—500 километров над земной поверхностью. Наблюдения, проведенные во время полета советских космических кораблей, показали, что этот уровень не является постоянным. Кроме того, в некоторых районах от него как бы свешиваются к Земле своеобразные гроздья.

Хотя природа радиационных поясов и происходящие в них физические процессы до конца еще не изучены, уже сейчас несомненна связь зон радиации и земного магнетизма. Магнитное поле Земли играет роль своеобразной ловушки, улавливающей заряженные частицы различного происхождения и не дающей им ускользнуть в космическое пространство. О связи радиационного ореола с магнитными силами планеты говорит и тот факт, что отростки нижнего пояса располагаются над земными магнитными аномалиями.

Изучение радиационных поясов играет чрезвычайно важную роль не только для понимания физических процессов, про-

текающих в околоземном пространстве, но и для полетов космических кораблей с человеком на борту. Дело в том, что быстрые заряженные частицы, взаимодействуя с обшивкой космического корабля, порождают так называемое жесткое рентгеновское излучение, обладающее большой проникающей способностью и вредным биологическим действием. Между тем уже полет к Луне связан с преодолением поясов радиации. Одним из возможных вариантов является использование своеобразных колодцев, расположенных над земными полюсами и свободных от заряженных частиц. Другой путь связан с созданием надежной биологической защиты кабины космического корабля. Однако для этого надо знать, какими энергиями обладают частицы радиационных зон, а также установить, как распределяются частицы по различным энергиям, то есть сколько частиц обладает определенной энергией. Кроме того, необходимо вычислить, какая связь существует между состоянием радиационного ореола, уровнем солнечной активности и другими факторами. Все это позволит точно оценить радиационную опасность при длительных космических полетах.

Еще одним замечательным достижением космонавтики явилось фотографирование невидимой с Земли обратной стороны Луны, казалось бы, совершенно недоступной научному исследованию. Эти фотографии, полученные и переданные на Землю советской межпланетной автоматической станцией, впервые позволили ученым от различных догадок и предположений о строении невидимой части лунной поверхности перейти к ее серьезному научному исследованию.

Прежде всего, оказалось, что строение невидимой с Земли стороны Луны в принципе ничем не отличается от известной. Но характер рельефа здесь все же несколько иной. В то время как на обращенной к Земле части Луны моря занимают около 35% всей площади, на противоположной стороне их значительно меньше — всего около 10%. Возможно, что подобное различие связано с тем, что действие земного притяжения оказывается несколько сильнее на той стороне Луны, которая обращена к Земле. На формирование рельефа могла также повлиять некоторая разница в условиях освещения Солнцем обеих сторон Луны. Дело в том, что на видимой стороне Луны бывают солнечные затмения. Это случается тогда, когда Луна погружается в земную тень и мы на Земле наблюдаем лунное затмение. Подобные явления сопровождаются, как мы уже знаем, резким изменением температуры лунной поверхности и могут приводить к разрушению горных пород.

Окончательный ответ на вопрос о различиях рельефа двух сторон лунной поверхности дадут лишь дальнейшие научные исследования.

Изучение верхних слоев атмосферы и околоземного космического пространства, исследование ультрафиолетовой и рентгеновской радиации, а также корпускулярного излучения Солнца, фотографирование обратной стороны Луны, изучение других небесных тел в непосредственной близости от их поверхности — вот далеко не полный перечень тех научных задач, которые могут быть решены с помощью ракет и спутников.

Еще увлекательнее перспективы, открывающиеся перед астрономической наукой. В частности, создание советскими учеными тяжелых космических кораблей, успешные полеты человека по орбитам искусственных спутников Земли, запуск советской автоматической межпланетной станции по направлению к планете Марс делают вполне реальным в недалеком будущем запуск орбитальных автоматических обсерваторий, постоянно обращающихся вокруг Земли и оборудованных разнообразной астрономической аппаратурой. Космические «платформы» для таких обсерваторий уже созданы. Теперь предстоит оснастить их специально разработанной астрономической аппаратурой с программным управлением. И тогда наши знания о процессах, протекающих в глубинах космоса, совершат небывалый скачок.

Интереснейшей проблемой, стоящей перед современной наукой, является изучение первичных космических лучей. Во время своих межзвездных скитаний многие частицы из состава космического излучения приобретают колоссальные скорости и энергии. Такие частицы представляют особый интерес для современных физиков. Ведь это ничем пока еще не заменимые снаряды ядерной артиллерии. Бомбардируя различные элементарные частицы вещества, они вызывают всевозможные ядерные превращения, изучение которых позволяет все глубже и глубже проникать в тайны строения материи.

К сожалению, в земных условиях подобные исследования сильно затруднены. Как и астрономам, физикам мешает атмосфера. Взаимодействуя с ядрами атомов воздуха, частицы космических лучей постепенно растрачивают свою энергию и до поверхности Земли практически не доходят. Сюда проникает лишь вторичное излучение, порожденное в атмосфере в результате подобных взаимодействий. И только на достаточно больших высотах первичное космическое излучение можно изучать непосредственно у самой поверхности.

Большой интерес представляет также изучение космических лучей на больших расстояниях от Земли, там, где не сказывается влияние земного магнетизма. Дело в том, что частицы космических лучей обладают электрическими зарядами. Поэтому при подлете к Земле они подвергаются воздействию магнитного поля нашей планеты. С одной стороны, это на руку физикам, так как магнитные силы Земли как бы сортируют космические частицы по знаку их заряда. Но, с другой стороны, это вмешательство искажает естественную картину. Космические спутники-лаборатории позволят физикам наблюдать космическое излучение в том самом виде, в каком оно существует в мировом пространстве.

Космические лучи сами по себе также являются вестниками далеких миров, способными поведать нам немало интересного о физических процессах, происходящих в таинственных глубинах вселенной. Они могут, например, рассказать нам о том, где находятся их источники, положение которых в мировом пространстве до сих пор точно не известно. Луч света, приходящий на Землю от какой-либо звезды, всегда указывает нам направление на это небесное светило. Другое дело — частицы космического излучения, которые обладают электрическим зарядом. Такие частицы подвержены воздействию со стороны межзвездных магнитных полей. Вследствие этого во время своего продолжительного путешествия в мировом пространстве они в конце концов теряют свое первоначальное направление, и к Земле со всех сторон приходит примерно одинаковое количество космических лучей. Вот если бы в космических лучах присутствовали частицы, не имеющие электрического заряда... Они свободно проходили бы сквозь межзвездные магнитные поля и могли бы сохранить начальное направление своего движения. Теория говорит, что подобные частицы в составе космических лучей должны быть. Это гамма-фотоны, частицы излучения, не имеющие электрического заряда. Однако с помощью наземных средств наблюдения фотоны космического излучения обнаружить не удается.

Можно надеяться, что специальные физические установки на будущих искусственных спутниках Земли и космических кораблях помогут решить эту задачу. Это означало бы рождение нового метода изучения вселенной.

Луна — космическая станция

Одним из самых грандиозных свершений, связанных с освоением космоса, бесспорно явится создание космической станции на поверхности нашего естественного спутника — Луны. С организацией такой станции ученые получат возможность использо-

вать в целях дальнейшего развития науки своеобразные физические условия Луны, условия, совершенно непохожие на земные. Отсутствие воздушного океана позволит ученым изучать на Луне не только световые лучи и радиоволны, приходящие из космоса, но и все другие виды электромагнитных излучений, а также первичные космические лучи и потоки заряженных частиц, для которых земная атмосфера служит непреодолимым препятствием. Полное отсутствие облачности и воздушных потоков позволит проводить на Луне непрерывные наблюдения небесных светил с применением максимальных телескопических увеличений. И тогда наши знания о процессах, протекающих в глубинах космоса, совершат небывалый скачок.

Луна не только идеальная обсерватория, но и уникальная физическая лаборатория. Сама природа создала здесь идеальный вакуум, который так часто необходим физикам в их опытах и установках, например в ускорителях ядерных частиц.

Луна представляет собой также весьма удобный ракетодром. Космическим кораблям не придется преодолевать здесь сопротивление воздуха, а это позволит придавать им любую удобную в конструктивном отношении форму. Небольшая сила тяжести обеспечит значительную экономию ракетного топлива при старте космических кораблей с поверхности Луны. Кстати, это обстоятельство позволит монтировать на Луне телескопы-рефлекторы с зеркалами весьма значительных диаметров. На Земле такие зеркала под действием своей собственной тяжести давали бы значительный прогиб.

Кроме того, физики, химики и биологи получат возможность изучать в лунных лабораториях течение различных процессов и явлений в необычных условиях.

Наконец, Луна — настоящая кладовая энергии. Солнечные батареи смогут преобразовывать здесь в электрический ток солнечный свет. С помощью термогенераторов можно будет использовать огромную разницу температур между освещенными и теневыми частями лунной поверхности. Если оправдаются предположения о наличии на Луне горючих газов и нефти, они станут важнейшими энергетическими ресурсами для выработки электроэнергии, столь необходимой для освоения Луны.

Как показали данные последних радионаблюдений, проведенных советскими радиоастрономами, в лунной почве имеется кристаллическая вода — лед. Это обстоятельство может сыграть весьма важную роль при создании лунной станции.

Конечно, создание лунной станции потребует от ученых решения целого ряда весьма трудных проблем, связанных в пер-

вую очередь с обеспечением нормальных жизненных условий для людей и средств передвижения по лунной поверхности.

Не исключена возможность, что на первых порах создание скафандра для свободного передвижения по Луне окажется технически трудно разрешимой задачей. Ведь такой скафандр должен не только обеспечивать потребности дыхания, но и служить надежной защитой от первичных космических лучей и ударов метеоритных частиц. Поэтому вполне вероятно, что на первых порах астронавтам придется перемещаться по лунной поверхности в особых вездеходах с широкими гусеницами для передвижения по весьма пересеченной лунной местности.

Ввиду отсутствия магнитного поля на Луне нельзя будет пользоваться компасом с магнитной стрелкой. Вероятно, основными способами ориентировки на местности здесь будут служить астрономические наблюдения и специальные автоматические радиомаяки, размещенные в различных точках лунной поверхности.

При создании лунной станции весьма сложные задачи придется решать инженерам и строителям, которые должны будут спроектировать и построить на Луне жилые здания, обсерватории и лаборатории. Эти здания должны быть простыми в конструктивном отношении, прочными, герметичными, они должны служить надежной защитой от различных космических излучений, ударов метеоритных частиц и даже крупных метеоритов.

Вряд ли в ближайшие десятилетия будет иметь смысл доставлять с Луны на Землю имеющиеся там полезные ископаемые и сырье. Но, с другой стороны, так же нерационально доставлять с Земли на Луну все необходимые для строительства и нормального функционирования лунной станции материалы. Несомненно, ученым придется предусмотреть максимальное использование местных материалов. Главное слово здесь, вероятно, будет принадлежать химикам, которые должны будут разработать на основе лунного сырья ряд строительных материалов, обладающих определенными свойствами. В частности, меньшая сила тяжести на Луне открывает широкие возможности для применения в строительстве легких материалов типа пластмасс.

Созданию космической станции на Луне, вероятно, будет предшествовать целый ряд предварительных этапов. Вслед за полетами ракет и космических кораблей вокруг Луны, по-видимому, будут предприняты попытки плавного спуска на лунную поверхность контейнеров с разнообразной исследовательской аппаратурой, измерительными приборами и радиопередат-

чиками. Получая энергию от солнечных батарей, такие автоматические станции, размещенные в различных точках лунной поверхности, будут систематически сообщать на Землю важнейшие сведения о физических процессах, протекающих на Луне. Возможно, со временем будут созданы постоянные искусственные спутники Луны, движущиеся в разных направлениях на различных расстояниях от ее поверхности. Близится время, когда Луна покорится человеку.

Космос — человеку

Наряду с решением целого ряда важнейших научных проблем освоение космического пространства, и в первую очередь создание разнообразных искусственных спутников, поможет уже в сравнительно недалеком будущем разрешить целый ряд конкретных практических задач...

Какая погода будет завтра?

Ответ на этот вопрос волнует каждого. Еще важнее прогноз погоды на длительный период — на месяц, на сезон, на год. Даже в наше время, когда человек, и в особенности житель большого города, вполне надежно защищен от прихотей погоды, все же от нее зависят многие стороны нашей практической жизни.

Нормальная работа транспорта, авиации, энергосистем и, в особенности, сельское хозяйство и до сих пор во многом зависят от состояния погоды и точного предсказания ее изменений.

Густая сеть метеорологических станций покрыла всю территорию нашей страны. Они появились даже в таких местах, которые трудно доступны человеку. Здесь устанавливаются метеостанции-автоматы. В течение многих месяцев они без всякого вмешательства людей регулярно, по нескольку раз в сутки, передают по радио метеорологические данные.

На помощь исследователям пришла новейшая техника: самолеты-лаборатории, оборудованные измерительными приборами, шары-зонды, за полетом которых следят внимательные «глаза» радиолокаторов, чувствительные локационные установки для непосредственного наблюдения за состоянием атмосферы. Изо дня в день тысячи метеостанций в различных уголках нашей планеты ведут непрерывное наблюдение за погодой. Словно донесения с фронта, их регулярные сообщения наносятся на карту.

Для расчетов, необходимых при составлении прогнозов погоды, применяются быстродействующие электронные вычислительные машины. Однако для того, чтобы точно предсказывать погоду, надо охватить ее единым взором на всей планете. Но, увы, на карте погоды немало белых пятен — хотя бы потому,

что значительную часть земной поверхности занимают моря и океаны. И даже там, где имеется достаточно густая сеть метеостанций, получаемые с их помощью данные о некоторых элементах погоды, в частности облачности и поступающей на Землю солнечной радиации, недостаточны для точного прогноза погоды.

Помочь человеку стереть белые пятна на карте погоды должны искусственные спутники Земли.

Как известно, все явления погоды протекают в нижних, приземных слоях атмосферы, на высоте до 10—15 километров, в так называемой тропосфере. Именно здесь возникают и перемещаются циклоны и антициклоны, образуется облачность, выпадают осадки. Но, как мы уже отмечали, земная атмосфера представляет собой единую физическую систему. В ее различных слоях на разных высотах протекают различные процессы, но все они тесно связаны между собой.

Мы говорили также, что все явления, происходящие в воздухе, тесно связаны с Солнцем. Наше дневное светило является главным поставщиком энергии для всех атмосферных процессов. При этом распределение солнечной энергии между различными слоями воздуха далеко не одинаково. Верхние слои атмосферы поглощают наиболее коротковолновую часть сложного по своему составу электромагнитного излучения Солнца — рентгеновские и ультрафиолетовые лучи. Под действием этих излучений, обладающих большой активностью, происходит ионизация атомов воздуха: образуются заряженные частицы — ионы и электроны. Остальная часть ультрафиолетового излучения поглощается на высотах около 50 километров слоем озона. Приземные слои воздуха получают тепловую энергию не только непосредственно от солнечных лучей, но и от нагретой Солнцем земной поверхности. А она, как и атмосфера, нагревается солнечными лучами весьма неравномерно. С одной стороны, на Земле происходит смена времен года. С другой стороны, суша нагревается быстрее, чем водная поверхность, но зато материки хранят тепло гораздо хуже, чем моря и океаны. Непосредственное влияние на распределение энергии в атмосфере оказывает и ее состав.

Наконец, если тепловое и световое излучения Солнца являются приблизительно постоянными, то интенсивность его невидимых излучений, как мы уже знаем, подвержена всевозможным изменениям.

Только глубокое знание соответствующих закономерностей, изучение механизма связи, существующей между солнечной

активностью и атмосферой, а также между ее различными слоями, дают возможность предвидеть будущие состояния воздушного океана, предвидеть, в частности, развитие процессов погоды.

Чтобы решить эту задачу, необходимо систематическое изучение физики атмосферы на различных высотах, которое может быть осуществлено с помощью специально оборудованных искусственных спутников. Облетая Землю на различных высотах, метеорологические спутники будут поставлять ученым систематические данные о состоянии атмосферы. Это даст возможность проследить происходящие в ней изменения и вскрыть соответствующие закономерности.

Неоценимую помощь метеорологам могут оказать искусственные спутники Земли и при составлении краткосрочных прогнозов погоды.

Такие прогнозы составляются на основе изучения перемещений воздушных масс. В обычной метеорологии это достигается путем сопоставления многочисленных наблюдений различных станций за скоростью ветра, температурой, давлением и т. п. Но такая система, при всей своей сложности, дает, как мы уже говорили, весьма неполные представления об атмосферных процессах. Но может ли спутник, движущийся на большой высоте, дать общую картину состояния тропосферы? Да, это вполне возможно. Данные современной метеорологии свидетельствуют о том, что система прогнозирования погоды может быть основана на анализе расположения и движения облачных масс. Оказывается, различные атмосферные явления связаны с облаками различного типа. С другой стороны, перемещения облаков зависят от направления и скорости воздушных течений на различных высотах. А высота облаков может быть довольно точно определена по форме, так как между формой облачности и ее расстоянием от земной поверхности существует довольно тесная связь. Специальная аппаратура, установленная на спутниках, может по телевизионному каналу непрерывно передавать наземным станциям подробную информацию о состоянии облачного покрова. Не исключено также применение стереоскопического фотографирования, которое даст возможность непосредственно определять высоту облачных систем.

Помимо наблюдений за состоянием облачного покрова с помощью метеорологических спутников можно будет измерять ряд физических величин, характеризующих состояние атмосферы.

Еще в конце прошлого столетия замечательный русский климатолог А. И. Воейков писал: «...одна из важнейших задач

физических наук...— ведение приходо-расходной книги солнечного тепла, получаемого земным шаром и его воздушной оболочкой».

Как известно, все окружающие нас предметы, обладающие температурой, отличающейся от абсолютного нуля, излучают тепловые электромагнитные волны. Такие волны излучают земная поверхность, облачные системы, а также водяной пар и углекислый газ, концентрирующиеся в тропосфере. Улавливая тепловое излучение различных объектов с помощью специальных приемников, можно измерить их температуру. Подобная аппаратура, установленная на борту метеорологического спутника, позволит получать тепловые карты поверхности Земли, а также «поверхностей» углекислого газа, водяного пара и озона. Наличие таких карт позволит вести систематическое наблюдение за перераспределением тепловой энергии в атмосфере.

С помощью искусственного спутника можно будет произвести также точное измерение величины суммарного потока энергии, излучаемой Землей в мировое пространство. Кроме того, искусственные спутники позволят определить так называемое альбедо, то есть отражательную способность отдельных участков земной поверхности, что имеет важное значение для метеорологических расчетов.

Можно себе представить, что в сравнительно недалеком будущем будет создана система специализированных метеорологических спутников, обращающихся скорее всего по полярным орбитам. Такие спутники, связанные с наземными станциями надежной системой радиосвязи, будут непрерывно следить за состоянием атмосферы и передавать на Землю всю необходимую информацию. Со вступлением в строй подобной системы прогнозы погоды станут гораздо более точными и оперативными.

Не исключена также возможность, что со временем, познав закономерности атмосферных процессов, человечество научится с помощью спутников оказывать непосредственное воздействие на погоду и климат Земли.

Вторая задача — осуществление всемирной навигационной системы. Специальные спутники, движущиеся вокруг Земли, оборудованные необходимой радиоаппаратурой, будут выполнять роль постоянно действующих радиокомпасов, с помощью которых корабли и самолеты в любой точке Земли, в любую погоду смогут безошибочно определять свое местоположение и вычислять курс.

А дальнее телевидение? Ведь на искусственных спутниках можно установить мощные ретрансляторы радиоволн. Получая энергию от солнечных батарей, три-четыре таких спутника обеспечат непрерывный всемирный обмен телевизионными передачами.

Развитие космических полетов поставило ряд новых задач, чисто прикладного характера, и перед астрономией. Подобно тому как синоптики сообщают в настоящее время штурману самолета о воздушных течениях, ветре, облачности, грозах и других метеорологических условиях, ожидающих самолет на маршруте, так астрономы должны определять наиболее благоприятные периоды и направления движения в космическом пространстве, заранее сообщать о возможных вспышках на Солнце, корпускулярных потоках, скоплениях метеорного вещества и других космических опасностях.

Так, в период, предшествовавший полету Г. Титова, велось тщательное наблюдение за состоянием солнечной активности и был выбран наиболее благоприятный период, когда радиационный фон вдоль орбиты корабля «Восток-2» не превышал нормального уровня. При организации экспедиций на другие небесные тела астрономы должны выяснить, с какими условиями встретятся космонавты после высадки. Только точное знание химического состава атмосферы небесного тела, атмосферного давления, температуры, величины силы тяжести и других физических условий позволит заранее разработать соответствующую аппаратуру, необходимую для обеспечения нормальной жизнедеятельности космонавтов.

При полетах в дальний космос астрономы должны вооружить космонавтов и методами астрономической ориентировки в космическом пространстве.

Таким образом, с развитием космических полетов астрономия превращается в своеобразную физическую географию космоса.

Дальше в космос

На первых порах наши ракеты и спутники были полностью автоматическими. Дальнейшее освоение космоса будет связано с непосредственным участием человека в космических полетах.

До сих пор в истории человечества почти всегда было так, что люди шли как бы впереди машины. Ту или иную новую работу они сначала выполняли своими руками и лишь затем приспосабливали к этому машину. Так, грузчика заменил подъемный кран, на смену лопате землекопа пришел экскаватор, на смену летчику — автопилот.

Однако на пути в космос человек и машина в известной сте-

пени поменялись ролями: полету человека предшествовала тщательная разведка заоблачных высот и роль разведчиков выполняли автоматы. Машина первой проникла в верхние слои атмосферы и за ее пределы и рассказала человеку, что ожидает его в космическом полете.

Но никакая машина, даже самая совершенная, не сможет полностью заменить человека в освоении космоса. Этого не произойдет никогда. Любая машина всегда останется только машиной, созданной человеком и выполняющей его задание.

Автомат способен исследовать только такие явления, о которых человек уже имеет какое-либо представление. А человек сможет принять правильное решение в заранее не предусмотренных обстоятельствах. Только человек сможет в полной мере использовать открывающиеся в процессе космического полета непредвиденные возможности научных наблюдений и исследований.

Вот почему полеты советских летчиков-космонавтов Юрия Гагарина, Германа Титова, Андрияна Николаева и Павла Поповича имеют такое огромное значение: они открыли новую эпоху в освоении космоса, открыли человеку путь в космос.

Перед человечеством развернулись новые горизонты, богатейшие перспективы овладения новыми тайнами природы, дальнейшего познания мира.

Видимо, именно по этой причине радио Ватикана передало в связи с полетом советского космонавта Юрия Гагарина следующее заявление: «Развитие техники, осуществленное человеческими руками, таит в себе огромную опасность. Человек может подумать, что именно он — созидатель, что все созданное его руками — дело только его ума и рук. Но человек — не созидатель: он открывает лишь то, что доступно ему и на что указывает ему господь бог. Технический прогресс должен заставить людей пасть на колени и с еще большей верой молиться богу».

Но защитникам религии не остановить прогресса науки, не задержать развития научных знаний.

В то же время никакие словесные ухищрения богословов не могут изменить того факта, что человек проник в «священные небеса».

И, пожалуй, не будет преувеличением утверждать, что до сих пор еще ни одна победа человека над природой не служила в такой степени укреплению веры в науку, в справедливость всех ее представлений об окружающем мире, как освоение космического пространства.

* *
*

Рассказывают, что однажды Наполеон спросил астронома Пьера Лапласа, почему в его труде по небесной механике отсутствует какое-либо упоминание о боге, о творце вселенной. На это ученый ответил, что такая гипотеза ему не понадобилась.

И действительно, все происходящее в окружающем нас мире вполне может быть объяснено естественными причинами, без привлечения каких-то сверхъестественных сил.

Более того, весь опыт развития науки убеждает нас в том, что никаких сверхъестественных сил, никакого бога в окружающем мире вообще не существует. Мир — это материя, которая находится в непрестанном движении, происходящем по присущим ей естественным законам. И единственной реальной силой, способной сознательно преобразовывать природу, является человек, познавший ее законы, а также другие разумные обитатели вселенной. Не бог, а человек — подлинный хозяин мира. И пусть сегодня многое в мире еще не подвластно человеку, но могущество его растет, растет с каждым днем, с каждым годом. Многое уже достигнуто, но еще больше будет сделано завтра. Человек штурмует природу, переделывает ее в своих интересах. В авангарде этой титанической борьбы идет наша страна, страна, в которой созданы такие общественные отношения, которые наилучшим образом отвечают этой великой цели — преобразованию мира для блага человека.

СОДЕРЖАНИЕ

ВСЕЛЕННАЯ И БОЖЕСТВО

1. Земля и вселенная 9
2. Вселенная — это материя 17
3. Вселенная бесконечна 27
4. Чем занят бог? 49

ВСЕЛЕННАЯ ВЕЧНА

1. Бог и творение 71
2. Всегда ли бывает начало? 73
3. Вера и «вера» 77
4. Еще раз о бесконечности вселенной 92
5. Они идут в атаку! 97
6. Обесценивается ли тепло? 105
7. Вселенная и жизнь 118
8. «Расширяющаяся вселенная» 147
9. У колыбели элементов 154
10. Вселенная неисчерпаема 160

НЕБЕСА — ЧЕЛОВЕКУ

1. Земля — космическое тело 167
2. Вестники далеких миров 178
3. Человек штурмует космос 197

Комаров Виктор Ноевич

КОСМОС, БОГ И ВЕЧНОСТЬ МИРА.
М., Госполитиздат, 1963.
215 с. 2

Редактор *С. Никоненко*

Художник *О. Айзман*
Художественный редактор *Г. Семиреченко*
Технический редактор *А. Данилина*

Сдано в набор 2 октября 1962 г. Подписано в печать 15 января 1963 г.
Формат 60 × 84¹/₁₆. Физ. печ. л. 13¹/₂. Условн. печ. л. 12,28. Учетно-изд. л. 12,14.
Тираж 80 тыс. экз. А 03009. Заказ № 3855. Цена 30 коп.

Госполитиздат, Москва, А-47, Миусская пл., 7.

Типография «Красный пролетарий» Госполитиздата
Министерства культуры СССР. Москва, Краснопролетарская, 16.

30 коп.

ГОСПОЛИТИЗДАТ · 1963