

Б. В. Нукаркин  
В. Г. Астахова

# ЖИЗНЬ ЗВЕЗД И ГАЛАКТИК

СЕРИЯ XII 1966

7



ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ  
И РЕЛИГИЯ

Б. В. Кукаркин,  
В. Г. Астахова

# ЖИЗНЬ ЗВЕЗД И ГАЛАКТИК

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»  
Москва 1966

# ВЕЛИКОЕ МНОГООБРАЗИЕ МИРА ЗВЕЗД

## Древняя наука

4 октября 1957 года в нашей стране был произведен запуск первого искусственного спутника Земли. С тех пор прошло всего девять лет, а уже открыты такие детали строения Луны, Венеры, Марса, которые не могли быть получены раньше никаким другим способом.

Весь мир облетело сообщение о мягкой посадке на поверхность Луны советской автоматической станции «Луна-9». Впервые удалось непосредственно увидеть «лунный пейзаж», причем вблизи можно было рассмотреть детали размером в 1—2 миллиметра. Вымпел СССР был доставлен и на Венеру.

Станция «Луна-10» превратилась в первый искусственный спутник Луны и дает важную информацию. Интересную информацию дают исследования, проводимые и учеными США.

Астрономию по праву считают одной из древнейших наук. Трудно сказать, где и когда она возникла. Очень давно, вероятно, еще в эпоху каменных орудий, человек, наблюдая небесные светила, подметил важные закономерности, существенные для всего живого. Не говоря уже о смене дня и ночи, регулирующей весь процесс жизни на Земле, все живое — растения, животные, люди должны были приспособиться к годовому циклу смены погоды.

Потребности материальной жизни общества заставили человека подметить закономерности в движении Солнца, Луны, звезд и поставить эти закономерности себе на службу.

Несколько тысяч лет назад в Северной Африке, в долине Нила, возникла высокоразвитая цивилизация Древнего Египта. Хозяйственная жизнь страны зависела от разливов Нила. Ежегодно во время разливов река покрывала поля египтян слоем плодородного ила, и земля давала богатый урожай. Было важно знать заранее, когда начнется разлив, чтобы вовремя подготовиться к началу посевных работ. Точного календаря в то время еще не было. Наблюдая звездное небо, египтяне заметили, что разливу Нила всегда предшествует появление в лучах утренней зари яркой звезды Сириуса. Так

наблюдение простых астрономических явлений помогало земледельцам Египта.

Во время путешествий по суше и по морю уже много тысячелетий люди ориентируются днем по Солнцу, ночью — по звездам.

Знания астрономии помогали не только путешественникам или в период полевых работ. Стало необходимо более или менее точно измерять время. Сначала возникали примитивные системы счета времени. Вероятно, первые способы счета времени заключались в том, что было установлено число дней, протекающее между двумя одинаковыми фазами Луны. Люди отмечали, сколько раз Солнце успевало зайти или взойти до тех пор, пока снова не повторится первая лунная четверть или полнолуние.

Длина года была найдена по подсчетам числа дней, необходимых для повторения определенного положения Солнца при восходе или заходе. Знание длины лунного месяца облегчило решение этой задачи. Среди древних построек, встречающихся почти по всей Земле, можно обнаружить сооруженные несколько тысячелетий назад круглые здания кромлехи, где были специально отмечены особыми камнями, видимыми из центра, точки восхода и захода Солнца в дни летнего и зимнего солнцестояния, весеннего и осеннего равноденствия. Промежутки времени между восходами и заходами Солнца в этих точках горизонтов давали длину года и полугода. Так постепенно возникла более точная система счета времени, появились различные календари.

В торговых странах Средиземноморья (Финикии, Греции), где было широко распространено мореплавание, возникли идеи, связанные с попытками построения общей системы мира с землей в центре Вселенной. Хотя прежде, например Аристарх Самосский высказывал правильные мысли о центральном положении Солнца, была создана геоцентрическая система мира (гео — Земля) с Землей в центре.

В течение полутора тысяч лет геоцентрическая система мира под названием Птолемеевой (по имени александрийского ученого Клавдия Птолемея) вполне удовлетворяла и астрономов и материальные потребности жизни общества. Это и понятно. Способ производства в античном рабовладельческом и раннем феодальном обществе не вызывал необходимости рационализации труда, а отсюда и совершенствования техники.

## Развитие знаний

Зародившаяся в городах Европы торговая буржуазия и связанное с ней развитие ремесел поставило перед человечеством новые задачи. На смену феодализму с его примитивным

способом производства, с безраздельным господством воинствующих религий христианства и ислама пришел прогрессивный класс нарождавшейся городской буржуазии, заинтересованной в широкой торговле и в усовершенствовании техники.

Оживление торговли и возникновение промышленности поставили перед буржуазией совершенно новые задачи, а свободная конкуренция толкала на поиски технических усовершенствований.

Острая необходимость в техническом прогрессе привела к развитию наук. Не случайно XVII и XVIII века были временем создания национальных Академий наук и государственных астрономических обсерваторий.

Мореплавание, геодезия и картография требовали от астрономии конкретных и точных знаний, связанных с ориентировкой в открытом море, измерением Земли и составлением карт. Это в свою очередь требовало точного определения положения Солнца, Луны, звезд и планет, а Ньютоновская механика, приложимая к небесным светилам, и ее математическое развитие в XVIII веке в сотни и тысячи раз повысили точность астрономического предвидения.

Возможность на основе ньютоновских законов небесной механики с высочайшей точностью предсказывать явления в мире космических тел, естественно, привела к мысли, что весь мир может быть объяснен с помощью одной механики.

В XIX веке с появлением машин, развитием физики, открытием электромагнитных явлений стало ясно, что явления природы не могут быть объяснены чисто механическими движениями.

Понятие «движение материи» стало более сложным. Стало понятно, что движение не сводится лишь к механическому перемещению в пространстве, но характеризуется и более глубокими процессами развития самой материи.

Конец XIX века привел к открытию ряда явлений, вступивших в резкое противоречие с привычными взглядами классической физики, основанной на Ньютоновской механике и волновой теории света. Выяснилось, что скорость света неизменна как в направлении движения Земли, так и в противоположном направлении (опыт Майкельсона), была создана теория излучения (М. Планк) и последовавшая за ней теория частного принципа относительности, а затем и релятивистская теория тяготения (А. Эйнштейн), открыта радиоактивность и расщеплен атом, и, наконец, сформулирована теория спектров и квантовая механика. Все это настолько обогатило современное естествознание, что так называемый кризис в физике, характерный для конца XIX и начала XX века, сменился ее бурным развитием.

Экспериментальная физика и современные математические методы широко проникли во все области знания. Это оказало огромное влияние и на развитие астрономии.

## Движение «неподвижных» звезд

Уже в XVIII веке стало очевидным, что планеты являются сравнительно небольшими холодными телами, лишь отражающими солнечный свет, в то время как бесчисленные звезды представляют собой такие же грандиозные самосветящиеся тела, как наше Солнце.

К концу XVIII века относятся первые попытки получить из подсчетов звезд представление о строении нашей звездной системы. Уже тогда стало ясно, что значительная часть звезд нашей системы группируется в плоское образование, напоминающее формой линзу. Его-то мы видим в хорошие безлунные ночи как полосу Млечного Пути. Отсюда и появилось название «Галактика».

Все эти предположения были сделаны замечательным английским ученым-самоучкой Вильямом Гершелем. Гершель сам изготовлял большие зеркальные (отражательные) телескопы. Его телескопы обогатили астрономию целым рядом блестящих открытий и ценных наблюдений. Рассматривая в свои телескопы так называемые туманности, Гершель уже на основе наблюдений утверждал, что они являются далекими звездными системами, подобными нашему Млечному Пути. Эта идея умозрительно выдвигалась еще раньше Кантом и Ламбертом. И это оказалось действительно так.

В течение тысячелетий на звездное небо смотрели как на нечто неизменное. Однако наблюдения в телескопы даже средней силы вскоре вступили в противоречие с этим представлением. Прежде всего оказалось, чем больше света собирают телескопы, тем больше звезд мы можем видеть. Размеры звездного мира выросли таким образом во множество раз. Вместе с тем было замечено, что положение некоторых звезд не остается постоянным и что в звездном мире происходят существенные перемены.

Еще в начале XVIII века английский ученый Э. Галлей обнаружил, что три яркие звезды (Сириус, Прокцион и Арктур) перемещаются среди других звезд и со времени составления первого каталога звезд греческим астрономом Гиппархом заметно сместились на небе. Это смещение в несколько раз превысило видимый диаметр Луны и Солнца и не могло быть отнесено за счет ошибки древних наблюдателей. Да и со времени более точных наблюдений датского астронома Тихо Браге в конце XVI века положение этих звезд заметно изменилось.

Обращение Земли вокруг Солнца практически не изменяет вида звездного неба. Это доказывает, что расстояние до звезд в сотни тысяч раз больше поперечника земной орбиты (около 300 миллионов километров).

На таких расстояниях быстрые движения звезд будут нам казаться незначительными, а звезды со светимостью, намного превышающей светимость нашего Солнца, покажутся в миллионы раз слабее этой самой близкой от нас звезды, и, как оказалось, не такой уж яркой по силе своего излучения.

Вся наша система с ее Солнцем, планетами, их спутниками, кометами, метеоритами, межпланетным газом и пылью представлялась теперь лишь песчинкой в безграничной Вселенной среди миллионов других систем с их собственными Солнцами и, быть может, планетами.

В. Гершель, изучив движения всего лишь тринадцати звезд, смещение которых было в его время неоспоримо доказано, обнаружил, что наше Солнце вместе с окружающими его планетами перемещается по направлению к созвездию Геркулеса. В. Гершель впервые занялся систематическим изучением так называемых двойных звезд. Он доказал существование таких двойных звезд, компоненты которых обращаются вокруг общего центра тяжести. Для некоторых из измеренных им звездных пар он даже пытался определить период обращения.

Это доказывало справедливость ньютоновского закона всемирного тяготения не только в солнечной системе, но и в других частях Вселенной и имело большое философское значение, так как подтверждало единство законов материального мира.

## Значение открытия спектрального метода исследования

Шестидесятые годы прошлого века характеризуются началом смелого применения в астрономии методов фотометрии (измерения света) и спектроскопии (изучения спектров звезд и других небесных светил). Лучи света от какого-нибудь горячего и светящегося тела с помощью призмы или дифракционной решетки можно растянуть в радужную полосу спектра. Еще Ньютон исследовал это явление.

В зависимости от химического состава светящегося тела и состояния, в котором оно находится, спектр может носить совершенно различный характер. Раскаленные твердые и жидкие тела дают, например, непрерывную полосу спектра, причем чем выше температура, тем ближе к фиолетовому концу спектра приходится наиболее яркая часть этой полосы.

У вещества с очень высокой температурой наиболее ин-

тенсивная часть спектра перемещается в область ультрафиолетовых лучей, а у вещества с более низкой температурой расположена в инфракрасной части спектра. Между прочим, Гершель, ставя простой термометр в разные части полосы Солнечного спектра и за его границей, обнаружил таким образом инфракрасные лучи.

Раскаленные или возбужденные электрическим разрядом газы дают совершенно другую картину. Их спектр состоит из отдельных ярких линий, строго характерных для каждого газа. Если за каким-нибудь газом поместить более раскаленное тело, то мы увидим непрерывный спектр, а на месте ярких линий, характерных для данного газа, — темные линии. Газ будет поглощать только определенные, характерные для него лучи. Яркие линии называют линиями излучения, а темные — линиями поглощения.

Еще в начале XIX века Мюнхенский оптик Й. Фраунгофер точно определил положение темных линий в солнечном спектре. Эти линии были названы в честь него фраунгоферовыми.

Расположение линий для спектров разных веществ различно, а для спектра одного и того же вещества — одинаково. И поэтому путем изучения спектра можно судить о химическом составе и температуре тех слоев Солнца и звезд, в которых формируется спектр поверхности звезд и их атмосферы. Спектральный анализ является одним из величайших триумфов человеческого разума.

За несколько десятилетий до открытия спектрального анализа философ-идеалист О. Конт говорил о непознаваемости мира. В качестве одного из основных примеров, якобы подтверждающих его мысль, он приводил утверждение, что человечество никогда не узнает химического состава небесных светил. Однако его аргументация была опровергнута открытием спектрального анализа. Таких примеров, говорящих о том, что в процессе познания непознанные вещи и явления становятся познанными, можно привести множество.

## Если астронома сравнить с другими учеными...

Астрономы по сравнению с другими естествоиспытателями находятся в исключительно трудных условиях.

Биолог, изучая, например, проблемы наследственности, может за несколько лет получить десятки или сотни поколений мушки дрозофилы и воздействовать на них самыми различными способами и факторами.

Физик, изучая ядро атома и элементарные частицы, может на своих установках создавать определенный режим и подвер-



гать те или иные частицы воздействию мощных магнитных полей.

Даже геолог, который не может вернуть Земле меловой или каменноугольный период, все же в состоянии углубиться в недра Земли, датировать различные формации земной коры и делать выводы, основываясь на возрастах тех или иных слоев, и располагать их в исторической последовательности.

Астроном же в отличие от остальных ученых не может экспериментировать с небесными светилами, ускорить или замедлить развитие, например, Луны или Солнца. Он может пока лишь наблюдать небесные светила в их естественном виде. Мы говорим умышленно пока, так как возможности человеческого гения безграничны.

Это одна трудность. Другая трудность заключается в кратковременности периода, в течение которого астроном получает сведения о развитии небесных тел.

Только за последние 70 лет в руках ученых накопились фотографии спектров небесных тел, которые можно проанализировать и обработать с помощью методов современной теоретической физики. Что значит несколько десятков лет по сравнению с возрастом небесных тел? Постараемся представить себе эти сроки наглядно. Наше Солнце является рядовой звездой зрелого возраста, а Земля — планетой тоже зрелого возраста.

Современные методы оценки возраста земной коры по ее изотопному составу приводят к числу  $5 \cdot 10^9$  (5 миллиардов лет). Примерно этот же возраст получается для Солнца при изучении изотопного состава его атмосферы.

Можно думать, что Солнце, Земля и другие планеты солнечной системы образовались из одной материнской среды несколько миллиардов лет назад. Примем, что возраст Солнца соответствует возрасту сформировавшегося, но еще полного сил пожилого человека, т. е. равен 50 годам. Каков тогда будет промежуток времени, в течение которого астрономы наблюдают космические тела более или менее современными методами?

Если мы приравняем 5 миллиардов лет к 50 годам, то те 70 лет, в течение которых ведутся более или менее современные астрономические наблюдения, будут равны всего 22 секундам человеческой жизни!

Естественно, что если бы, допустим, биологи ничего не знали о развитии животного и растительного мира на Земле и могли бы только в течение 22 секунд получить миллионы документальных фотографий фауны и флоры, то они оказались бы в таком же положении, в котором сейчас находятся астрономы. Ясно, что никаких тенденций развития небесных тел за этот короткий промежуток времени подметить нельзя.

Таким образом вопросы развития космических тел должны

решаться не на основе прямых наблюдений (как это делают ученые других специальностей), а какими-то принципиально иными методами. Вот две основные трудности, которые ставят астронома в особое положение по сравнению с другими учеными. Есть и третья трудность — невозможность исследовать само вещество космических тел (кроме метеоритов), но эта трудность, мы уверены, вскоре будет преодолена, сначала в изучении Луны, а затем и других планет.

## Почему звезды светят

И все же несмотря на исключительно неблагоприятное положение астронома по сравнению с учеными других специальностей и на трудности, стоящие на его пути, многое стало известно о звездах.

Всякое самостоятельное тело во Вселенной, будь то планета, звезда, звездное скопление или галактика, можно охарактеризовать некоторыми величинами, дающими количественную оценку наиболее характерным их особенностям.

Так, например, для звезды весьма существенной характеристикой является ее масса, размеры (диаметр или объем), светимость и т. д. Особенно характерны для звезд их светимость, температура поверхности и масса. Такие важные характеристики, как радиус и плотность, являются производными от перечисленных выше.

Под светимостью звезды подразумевается выраженное в какой-либо определенной системе число, которое характеризовало бы излучение данной звезды. Светимость звезды часто выражают в единицах светимости Солнца. По своей светимости звезды различаются в очень широких пределах. Оказалось, что существуют звезды, которые излучают в миллионы раз больше, чем наше Солнце, а есть и другие, излучающие в миллионы раз меньше. Таким образом, по своей светимости звезды оказались исключительно разнообразными.

От чего же зависит светимость звезды? Вопрос об источниках звездной энергии был долгое время одним из самых острых вопросов науки XIX и начала XX века. Когда на Земле были открыты явления радиоактивности, было высказано предположение, что именно радиоактивные процессы являются источником солнечной и звездной энергии. Но это предположение оказалось верным лишь отчасти. Здесь верным было лишь то, что ответ надо было искать в ядре атома!

Основным источником энергии являются ядерные реакции, связанные с превращением водорода в гелий, а может быть, и с другими ядерными процессами, происходящими с более тяжелыми атомами. На самых ранних стадиях жизни

источником может служить гравитационное сжатие звезды. Гравитационные явления (т. е. явления, связанные с тяготением), может быть, играют очень большую роль в развитии космических тел. Об этом мы еще скажем.

Основным материалом, из которого состоят звезды, является водород. Его количество во Вселенной во много раз превышает количество других химических элементов, вместе взятых. Во всяком случае это именно так в той части Вселенной, которая в настоящее время доступна для исследования. Такие ядерные процессы, в результате которых выделяются огромные количества энергии, могут протекать далеко не во всех космических телах. Например, в недрах планет, массы которых значительно меньше масс звезд, ядерные реакции могут происходить в значительно меньших масштабах и вообще не играют определяющей роли в их жизни.

Пока еще трудно определить ту минимальную массу, при которой могут возникать необходимые ядерные реакции, и небесное тело таким образом может быть звездой. Величина этой минимальной массы зависит, вероятно, от химического состава.

Астрономы знают звезды с массой, равной 0,03 солнечной, т. е. только в 25—30 раз превышающей массу Юпитера — самой крупной из планет солнечной системы. И у этих светил уже происходят ядерные реакции, обеспечивающие их существование как звезд.

Есть свидетельства, что и тела с массой 0,02 солнечной все еще звезды. Но это лишь предварительные, приближенные оценки масс.

Мы уже говорили о громадном количестве энергии, излучаемой Солнцем — рядовой, «средней» звездой. Земля получает менее одной двухмиллиардной части этой энергии и тем не менее ее вполне достаточно и для получения огромных энергий и для поддержания жизни на Земле.

Энергия, излучаемая Солнцем, столь велика, что ее трудно представить наглядно. Солнце излучает несколько десятков миллиардов эргов в секунду с каждого квадратного сантиметра поверхности. Диаметр Солнца составляет 1 400 000 километров, а поверхность его —  $6 \cdot 10^{12}$  квадратных километров, или  $6 \cdot 10^{22}$  квадратных сантиметров. В целом Солнце каждую секунду излучает  $4 \cdot 10^{33}$  эргов! Этот колоссальный расход энергии связан с неизбежной потерей массы. Уменьшается ли масса нашего Солнца? Конечно. Но масса Солнца так велика (она составляет  $2 \cdot 10^{33}$  граммов, это в 333 тысячи раз превышает массу Земли), что потеря массы относительно неощутима на протяжении миллиардов лет.

Данные геологии показывают, что за последние несколько миллиардов лет температурные условия на Земле не претерпе-

вали значительных изменений. Это свидетельствует о том, что масса Солнца не могла значительно уменьшиться, поскольку излучение звезд довольно тесно связано с величиной их массы.

## Звезды очень многообразны

Звезды — это одна из наиболее распространенных форм материи во Вселенной.

Земной наблюдатель, глядя в ясную безлунную ночь на небо, может видеть невооруженным глазом около 2000 звезд. Всего на всей небесной сфере невооруженному глазу доступны для наблюдения 4—5 тысяч звезд.

С помощью телескопов можно видеть во много раз больше звезд, входящих в нашу звездную систему. И за пределами нашей Галактики — тоже звезды. Они составляют бесчисленные галактики Вселенной. Мы видим их в небольшие телескопы как туманные пятнышки, а с помощью гигантских телескопов начинаем различать большое количество особенностей и деталей их строения.

Звездам нет числа, и все звезды разные. Для каждой звезды существуют свои характеристики, определяющие ее индивидуальные особенности. Такими основными характеристиками, как мы уже говорили, являются светимость, масса, температура, плотность, радиус и некоторые другие признаки.

Большинство характеристик звезд отличается большим разнообразием. Звезды различны по размерам. Звезды-гиганты, имеющие огромную светимость, по размерам тоже гиганты. Звезды-карлики, имеющие малую светимость, по размерам тоже карлики.

Наше Солнце может показаться совсем небольшим по сравнению с такими звездами, как красные сверхгиганты Бетельгейзе и Антарес. Эти звезды превосходят по диаметру наше Солнце в десятки и сотни раз.

Такие звезды, как VV Цефея, S Золотой рыбы, ε Возничего имеют диаметры в тысячи, а объемы в миллиарды раз большие, чем у Солнца. Температура у некоторых красных звезд оказалась намного ниже, чем у других типов звезд. Но они сильно излучают, а это можно объяснить только их сверхколоссальными размерами. Очевидно, их диаметры близки по размерам к диаметру всей солнечной системы, ограниченной орбитой Плутона. Но есть звезды, размеры которых значительно меньше размеров Земли, а плотности колоссальны.

Очень может быть, что при дальнейших исследованиях ученые обнаружат еще большие звезды даже в пределах нашей Галактики, не говоря уже о Вселенной вообще. О недавно открытых так называемых сверхзвездах будет сказано ниже.

Под температурой звезды обычно подразумевают ту темпе-

ратуру, которую можно на основе применения законов излучения приписать поверхности данной звезды. Температуры звезд тоже разнообразны, но в меньшей степени, чем их размеры и светимость. Самые «холодные» звезды имеют температуру поверхности около  $1500\text{--}2000^\circ\text{K}$ <sup>1</sup>. Самые «горячие» звезды обладают температурой во много десятков тысяч градусов ( $70\,000\text{--}80\,000^\circ\text{K}$ ).

Светимость звезды зависит как от ее температуры, так и от ее радиуса. При увеличении температуры в 2 раза излучение с единицы поверхности звезды возрастает в 16 раз. Увеличение температуры в 10 раз повышает светимость звезды в 10 000 раз. Светимость пропорциональна четвертой степени температуры. Но и радиус является существенной характеристикой звезды. При увеличении радиуса звезды в 2 раза поверхность ее увеличивается в 4 раза и светимость тоже увеличивается в 4 раза, если температура неизменна, т. е. светимость пропорциональна поверхности или квадрату радиуса.

Температура определяет цвет звезды и ее спектр. Например, если температура поверхностных слоев звезды  $3000\text{--}4000^\circ\text{K}$ , то ее цвет красноватый,  $6000\text{--}7000^\circ\text{K}$  — желтоватый. Очень горячие звезды с температурой  $10\,000\text{--}12\,000^\circ\text{K}$  и более имеют белый и голубоватый цвета.

Плотности звезд тоже весьма разнообразны. У звезд сверхгигантов они в миллионы раз меньше плотности земной атмосферы. У так называемых белых карликов они в сотни тысяч раз превышают плотность воды! В условиях земных лабораторий мы еще не умеем создавать столь ничтожные и столь большие плотности.

## Диаграмма «Г—Р»

Еще в 1905 году датский астроном Эйна́р Герцшпру́нг построил график, на горизонтальной оси которого он отложил температуры, а на вертикальной — светимости звезд. Оказалось, что звезды вовсе не равномерно заполняют этот график, а группируются вдоль определенных последовательностей. Эти последовательности особенно резко отличаются друг от друга с уменьшением поверхностной температуры звезд.

Семью годами позже американский астроном Г. Н. Рессел, независимо от Герцшпрунга и не ссылаясь на его работу, построил диаграмму на основании более богатого материала. По горизонтальной оси он отложил спектр (температуру), а по вертикальной — светимость (абсолютную звездную вели-

<sup>1</sup> Обозначение температуры по Кельвину (К) имеет в виду отсчет градусов от абсолютного нуля температур, т. е. от  $-273,2^\circ$ . Совсем недавно были обнаружены звезды с температурой всего в  $1000^\circ\text{K}$ .

чину). Он подтвердил и уточнил выводы своего предшественника.

В настоящее время эту диаграмму принято называть «диаграммой Герцшпрунга—Рессела» («Г—Р»), или диаграммой «спектр — светимость», так как спектр звезд довольно точно говорит об их температуре. Часто температуру звезды заменяют числом, так или иначе характеризующим цвет звезды, поскольку между цветом и температурой существует тесная зависимость.

К сожалению, в условиях наблюдения с Земли мы не можем измерить всего излучения любой звезды. Земная атмосфера полностью поглощает и рассеивает ультрафиолетовые и более коротковолновые лучи. Целые области в инфракрасных лучах тоже поглощаются атмосферой Земли. В диапазоне радиочастот есть участки частот, недоступных для земного исследователя.

Человеческий глаз, фотопластинка, чувствительный фотоэлемент, электронно-оптический преобразователь, фотосопротивление или какой-либо другой приемник излучения тоже обладают избирательной чувствительностью.

Так, например, глаз человека более чувствителен к желто-зеленым лучам, а обычная не сенсibilизированная фотопластинка — к синим и фиолетовым.

Комбинация пропускной способности атмосферы, чувствительности приемника излучения, температуры звезды и некоторые менее существенные факторы определяют ту освещенность, которую создает данная звезда в приемной аппаратуре. Оказалось, что на диаграмме «Г—Р» звезды не располагаются хаотически, а образуют определенные последовательности. Появилось понятие о звездах-гигантах и звездах-карликах.

## Кто старше: звезды-гиганты или звезды-карлики?

В настоящее время накоплен огромный наблюдательный материал о температуре и светимости звезд. Диаграмма «Г—Р» изучена довольно подробно. Оказалось, что она сложна и звезды на этой диаграмме группируются вдоль определенных последовательностей (см. диаграмму).

Главная последовательность—это место точек на диаграмме «спектр—светимость», где звезда в зависимости от ее массы может длительно и устойчиво излучать благодаря термоядерным реакциям. (Протон-протонная реакция или превращение водорода в гелий).

Время пребывания звезды на главной последовательности определяется ее первоначальной массой. Если масса велика,

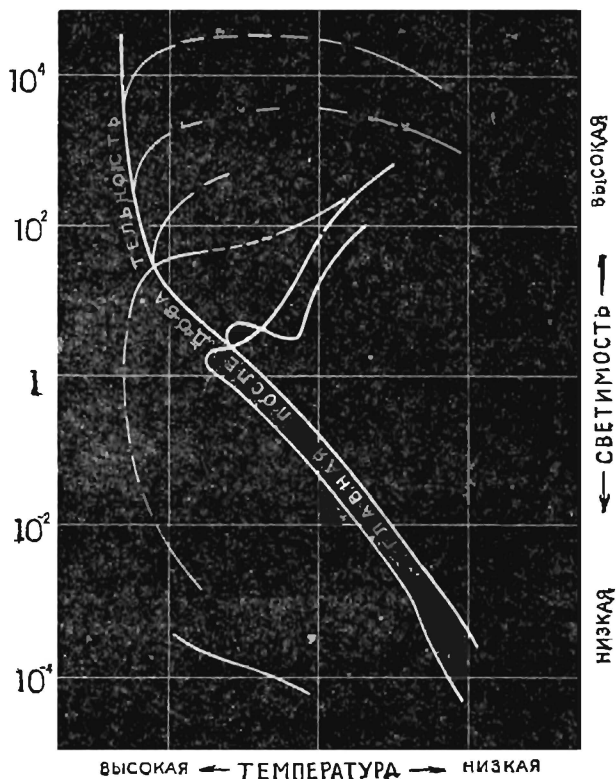


Диаграмма Герцшпрунга—Рессела. По горизонтальной оси отложения температуры, а по вертикальной — светимости. Единица соответствует светимости Солнца. Сплошная линия, идущая из верхнего левого угла к правому нижнему — так называемая «главная последовательность». В левом верхнем углу расположены молодые горячие массивные гигантские и сверхгигантские звезды. В нижнем правом углу — холодные карлики малой массы. Линии, ответвляющиеся от верхней части главной последовательности, — места расположения молодых желтых и красных сверхгигантов и гигантов. Линии, идущие из второго справа и сверху квадрата влево вниз, — последовательности более «старых» звезд. Наконец, во втором столбце внизу линией отмечено положение «белых карликов».

излучение звезды имеет огромную мощность и она довольно быстро расходует запасы своего водородного «горючего». Так, например, звезды главной последовательности с массой, превышающей солнечную во много раз (горячие голубые гиган-

ты), могут устойчиво излучать, находясь на этой последовательности всего лишь несколько миллионов лет, в то время как звезды с массой, близкой к солнечной и более слабые, могут находиться на главной последовательности 10—15 миллиардов лет и больше. Все звезды высокой светимости принято называть сейчас звездами-гигантами, а звезды низкой светимости — звездами-карликами.

Кто старше: гиганты или карлики?

Еще 40—50 лет назад господствующей схемой развития звезды была схема, предложенная Г. Н. Ресселом в десятых годах нашего века. (Умозрительно ее предложил еще за 40 лет до этого английский астроном Локайр).

Согласно этой схеме разреженная диффузная туманность, состоящая из газа и пыли, в результате конденсации превращается в сферическую звезду. Благодаря энергии сжатия звезда начинает излучать. Сначала ее температура низкая, затем все больше и больше повышается.

В дальнейшем энергии сжатия начинает не хватать, и хотя этот процесс продолжится, температура звезды падает. Так возникают звезды-карлики и звезды-гиганты. Звезды-гиганты, согласно этой гипотезе, были молодыми, лишь недавно образовавшимися из туманностей, а карлики — стариками, прошедшими наивысшую точку развития и клопившимися к угасанию.

Но эта, на первый взгляд, стройная гипотеза не выдержала напора обнаруженных позднее фактов, которые ей резко противоречили.

Вспомним, что астроном, стремящийся наблюдать развитие звезд, имел для этого слишком мало времени. Предположим, что на месте астрономов находятся ученые другой специальности, например биологи, поставленные в такие же жесткие условия. В их распоряжении лишь 22 секунды, за которые они должны изучить развитие животного мира на Земле.

Если биологи успеют за 22 секунды сделать много фотографий животных, населяющих Землю, то при изучении этих фотографий они, безусловно, обнаружат огромное разнообразие форм животного мира. Вот они обратили внимание на свинью, имеющую сравнительно маленькие размеры и длинное рыло, на тапира уже больших размеров с начатком хобота и на большого слона с длинным хоботом. Чем-то они друг на друга немного похожи... Большие уши, удлинённые морды... Но прав ли будет тот биолог, который поспешит выдвинуть гипотезу о том, что свинья выросла в слона?

При более детальном изучении фотографий биолог, конечно, построит другую гипотезу: эволюция свиньи в слона невозможна — разный ареал распространения, различные условия обитания этих животных, да и сами они при более глубоком исследовании обнаружат множество различий.

Еще более тщательное изучение фотографий приведет био-



лога к открытию поросят и слонят и, наконец, он делает правительные выводы об их развитии.

Так и в отношении звезд: существуют разительные примеры противоречий гипотезе Рессела.

## Почему гипотеза Рессела неверна

Звезды во Вселенной находятся на больших расстояниях одна от другой. Чтобы пояснить это, приведем для наглядности следующий пример.

Предположим, что диаметр Солнца и похожих на него звезд равен диаметру спелой вишни. Если мы поместим одну такую звезду-вишню в центре Москвы, то ближайшие к ней звезды-вишни окажутся: одна — в Калуге, другая — в Вязьме, третья — в Ярославле, четвертая во Владимире и т. д.

Солнце каждую секунду движется относительно окружающих его звезд со скоростью около 20 км/сек. За сутки Солнце передвигается примерно на величину своего диаметра. Представьте себе снова наш пример с вишнями. Каждая из них за сутки сдвигается на величину своего диаметра. Направление движения любое. Какова вероятность того, что такие вишни сблизятся и повлияют друг на друга?

Вероятность таких сближений можно подсчитать. Оказалось, что она настолько мала и сближение одной звезды с другой — событие столь маловероятное, что даже на протяжении всей жизни Солнца (пять миллиардов лет) эта вероятность сближения составляет одну десятиллионную!

Еще во второй четверти XIX века три астронома В. Я. Струве, Ф. Бессель и Т. Гендерсон впервые определили расстояние до некоторых звезд, близких к солнечной системе. Самой близкой звездой оказалась  $\alpha$ -Центавра. Расстояние от Солнца до этой звезды составляет около  $40 \cdot 10^{12}$  км. Это расстояние довольно точно характеризует среднее расстояние между звездами в той области галактики, которая близко расположена от солнечной системы. В тех районах галактики, которые ближе к ее центру, а также в звездных скоплениях, расстояние между звездами меньше<sup>1</sup>.

Сближения звезд даже на протяжении миллиардов лет не могут значительно изменить закономерности их движения. И если считать, что диаграмма «Г—Р» — это путь эволюции звезд, то скорости звезд, расположенных на диаграмме по соседству, должны быть практически одинаковыми.

Но когда этот вопрос подвергся тщательному изучению, то

---

<sup>1</sup> В астрономии для расстояний применяются особые единицы длины: *парсек* (параллакс равен 1") и *световой год* (в популярной литературе). Парсек составляет  $3 \cdot 10^{13}$  км = 3,26 световых года = 206 265 астрономических единиц. Астрономической единицей называется средний радиус орбиты Земли (149 500 000 км).

оказалось, что даже соседние на диаграмме звезды не только не родственники, но являются совершенно чуждыми формациями. Стройная гипотеза рухнула.

Помимо этого противоречия, было найдено еще много других. Например, когда в 30 и 40-х годах нашего столетия начали изучать распределение отдельных типов звезд в разных частях галактики, то оказалось, что те звезды, которые, согласно этой гипотезе, могли бы быть звездами-родителями, встречаются в совершенно других частях галактики, чем звезды, которые можно было бы рассматривать как их детей.

Таким образом, если имеются две группы звезд даже близких по своим особенностям, но имеющих различное распределение в галактике и обладающих различными движениями, мы можем со всей уверенностью утверждать, что они — не родственники!

## КАК РОЖДАЮТСЯ, РАЗВИВАЮТСЯ И УМИРАЮТ ЗВЕЗДЫ

### «Болезни»... у звезд?

Безнадежно надеяться на протяжении нескольких десятков лет подметить развитие хотя бы нескольких звезд. Однако в развитии любых формаций материи во Вселенной могут наступать такие моменты, когда оно протекает скачкообразно. Например, рождение или гибель живого организма обычно очень непродолжительны по сравнению со всей его жизнью.

Вероятно, то же происходит в процессе развития космических тел. По-видимому, продолжительность зарождения звезды исчезающе мала по сравнению со сроками ее жизни. Наверно, поэтому астрономам до сих пор ни разу не удалось еще наблюдать, как рождаются звезды.

Кроме сравнительно коротких моментов рождения и гибели, в развитии любой формации могут наступать один или несколько раз другие процессы, выходящие за рамки обычного.

Человек или животное может перенести какое-нибудь заболевание и нарушение нормальной жизнедеятельности, может понять некоторые вполне естественные физиологические процессы в организме.

История науки знает немало таких примеров. В начале нашего столетия знаменитый русский биолог И. И. Мечников смог сделать выводы о защитной роли белых кровяных шариков лейкоцитов именно потому, что нормальная жизнедеятельность организма животного — морской звезды — нарушилась. Мечников воткнул в ее тело шип розы. Оказывается, звезды

тоже могут переживать нарушения их стационарного состояния, протекающие бурно и быстро. Изучение таких нарушений, доступных для наблюдения их от начала и до конца, может представлять для астронома большой интерес.

Например, у некоторых звезд периодически меняется интенсивность их блеска. Это может быть вызвано тем, что их атмосфера или верхние слои по тем или иным причинам испытывают периодические колебания. Такие звезды называются пульсирующими переменными звездами.

Время пребывания на этой стадии не может быть продолжительным по сравнению со временем всей жизни звезды, и изучение таких звезд, понимание причин их «заболевания», конечно, очень интересно.

## Как узнали о переменных звездах

Еще во II веке до нашей эры, т. е. приблизительно за две тысячи лет до того, как люди научились измерять блеск звезд специальными приборами, все звезды по их видимому блеску были разбиты на шесть «классов» или «величин»<sup>1</sup>. Самые яркие были названы звездами первой величины, а самые слабые — звездами шестой величины. Такое разделение звезд по блеску стало общепринятым.

Внимательное изучение блеска звезд показывает, что в большинстве случаев они тысячелетиями сохраняют его неизменным. Так, например, из семи звезд Большой Медведицы звезда, находящаяся в месте скрепления ручки с ковшем, и теперь и во II веке до н. э. была самой слабой. Соседняя с ней звезда в ручке ковша, наоборот, отмечалась как наиболее яркая.

Однако эта неизменность картины звездного неба оказалась лишь плодом инертности человеческой мысли и, вероятно, не без участия религиозных представлений. Почти все религии противопоставляют несовершенное, рождающееся и умирающее земное — неизменному, совершенному небесному.

Еще за несколько веков до н. э. в древних китайских летописях начали появляться записи о внезапном появлении на небе «звезд-гостей». Около 130 года до н. э. греческий ученый Гиппарх, живший на острове Родос, обнаружил, по словам римского историка и естествоиспытателя Плиния, новую звезду, которую раньше никто никогда не видел. Плиний ут-

---

<sup>1</sup> Блеск звезды есть мера освещенности, создаваемой звездой на соответствующем приемнике излучения, например на сетчатке глаза человека. Исторически сложилось, что блеск звезд астрономы измеряют в звездных величинах, логарифмах освещенности с основанием 2·512.

верждает, что именно поэтому Гиппарх решил составить список всех видимых невооруженным глазом звезд с указанием их координат, т. е. положения на небесной сфере, относительно воображаемых, но строго фиксируемых точек. Гиппарх, по-видимому, думал, что такой список (теперь подобные списки принято называть звездными каталогами) поможет ему и астрономам будущих поколений отличать вновь появившиеся звезды от постоянно существующих.

Гиппарх разработал соответствующие методы наблюдений и по его примеру последующие поколения астрономов составляют звездные каталоги, совершенствуя методы и увеличивая точность определений. Нужно сказать, что точность определения положений звезд возросла со времен Гиппарха во много тысяч раз.

Несколько десятков «новых» звезд, вспыхнувших на небе, а затем постепенно угасших, зарегистрированы в древних китайских, европейских и японских хрониках. Особенно яркая новая звезда была обнаружена в созвездии Тельца в 1054 году н. э. В 1572 году Тихо Браге, а в 1604 году Иоганн Кеплер открыли яркие новые звезды,

## Переменные звезды

Мысль о том, что «на небе» что-то может меняться, очень медленно давалась людям, привыкшим под влиянием религиозных убеждений считать небо чем-то совершенным. Так произошло и с немецким астрономом Давидом Фабрициусом. Под утро 13 августа 1596 года Фабрициус вел наблюдения Меркурия в лучах только что зарождавшейся зари. Он измерил угловое расстояние Меркурия относительно звезды третьей величины в созвездии Кита, которую раньше не видел и не нашел на своем небесном глобусе (звездных карт и атласов тогда в Европе еще не было).

Внимательно следя за звездой от ночи к ночи, астроном заметил, что к концу августа она стала ярче и достигла второй величины, а затем начала слабеть и в середине октября исчезла для невооруженного глаза. Вновь эту звезду Фабрициус увидел в феврале 1609 года, но не придал этому факту значения, хотя и отметил его. Видели эту звезду в другие годы немецкие астрономы Байер и Шикард. Но и они не обратили на нее должного внимания.

Только лишь в ноябре 1639 года молодой голландский астроном Гольварда объявил, что эта звезда представляет собою переменную — то появляющуюся, то исчезающую для невооруженного глаза. Начал он свои наблюдения еще 20 декабря 1638 года, когда заметил звезду 3-й величины. Она, постепен-

но слабея, исчезла для невооруженного глаза весной 1639 года, а в августе появилась вновь. Лишь после работы Гольварда астрономы обратили на звезду должное внимание и вспомнили о наблюдениях Фабрициуса и других ученых. Эта замечательная звезда получила название «Дивной» или «Удивительной Кита» (Mira Ceti).

Стало очевидным, что на небе имеются звезды, которые то становятся видимыми невооруженным глазом, то исчезают.

В 1667 году французский астроном Буйо опубликовал сочинение под заглавием «Измаила Буйо к астрономам два обращения. Первое о новой звезде, которая несколько лет назад была видна в шее Кита, и второе о туманности в северной части пояса Андромеды, которая два года назад опять возникла и доказывает, что Мира Кита является периодической переменной звездой. Буйо определил ее период в 11 месяцев, что почти точно соответствует истине. С тех пор эту звезду наблюдают почти непрерывно.

В течение трехсот лет, прошедших с тех пор, было обнаружено около четырех тысяч звезд, напоминающих по характеру изменения блеска Миру Кита. Большинство из них даже в максимуме блеска недоступны невооруженному глазу.

В 1881 году директор Гарвардской обсерватории в США Э. Ч. Пикеринг впервые наблюдал спектр двух звезд этого типа, а 11 декабря 1885 года получил первую фотографию спектра Миры Кита. Этот спектр оказался очень характерным и отличающимся рядом особенностей (например, наличием линий излучения водорода) от спектров постоянных звезд той же температуры.

В связи с этим интересно вспомнить одно происшествие. 13 декабря 1885 года, т. е. всего через два дня после получения фотографии спектра Миры Кита, в Европе была открыта «Новая звезда» в созвездии Ориона. Э. Пикеринг в ближайшую же ночь получил фотографию ее спектра и обнаружил поразительное сходство со спектром Миры Кита. Он смело заявил, что открыта вовсе не новая звезда, а обыкновенная переменная звезда типа Миры Кита, достигшая максимума блеска. Смелое утверждение Пикеринга блестяще подтвердилось. Стало очевидно, что все звезды со спектрами, похожими на спектр Миры Кита, являются переменными звездами.

## Невидимые звезды

Если не говорить о многочисленных новых звездах или звездах-гостях», описанных в древних хрониках и открытых астрономами в XVI и XVII веках, то второй переменной звездой, открытой астрономами, была звезда-β Персея, или Ал-

голь, что по-арабски значит «злой дух». Это название дало основание некоторым ученым предполагать, что арабы еще в средневековье знали, что звезда Алголь — переменная. Такое предположение лишено всяких оснований. Дело в том, что в античных изображениях и описаниях созвездий на место этой звезды приходится глаз медузы Горгоны из греческого мифа о Персее. Алголь — просто перевод на арабский язык греческого названия медузы Горгоны.

Итак, в 1667 году итальянский математик и астроном Монтанари обнаружил переменность Алголя. Имеются сведения, что в погибшей рукописи этого ученого разбирались вопросы о переменных звездах, прилагался список примерно сотни переменных звезд и были высказаны мысли, что переменность объясняется пятнообразовательной деятельностью звезд, подобно пятнообразовательной деятельности Солнца.

Алголь наблюдали далеко не систематически, и его природа была понята более чем через сто лет после открытия. В 1782 году за Алголем стал систематически следить молодой английский астроном Дж. Гудрайк, глухонемой от рождения и, к сожалению, вскоре умерший. Уже в 1783 году он понял «поведение» этой переменной звезды. Оказалось, что она большую часть времени постоянна, но строго периодически, через каждые двое суток 20 часов 49 минут слабеет от 2-й величины до 4-й, а затем возвращается к «нормальному» блеску. Весь этот процесс занимал десять часов или седьмую долю периода.

Гудрайк выдвинул очень смелую для того времени гипотезу, что Алголь представляет собой двойную звезду, один из компонентов которой значительно слабее другого и что, обращаясь вокруг общего центра тяжести, компоненты поочередно закрывают от нас друг друга, т. е. происходят затмения. Когда яркий компонент закрывает слабый — потеря блеска невелика и мы не замечаем этого. Когда же слабый или может быть вообще темный компонент закрывает яркий, мы и наблюдаем ослабление блеска. Как мы увидим, это предположение полностью подтвердилось.

Лишь в 1880 году уже упоминавшийся Э. Пикеринг вернулся к идее Гудрайка. Он попытался рассчитать, каков должен быть диаметр слабого компонента, чтобы вызвать наблюдаемый эффект. У него получилось, что диаметр слабого компонента должен составлять 0,764 диаметра яркой звезды. Следовательно, мы имеем дело не с маленькой планетой, а со светилом, сравнимым по размерам с яркой звездой.

Вскоре пришли и более основательные доказательства справедливости гипотезы Гудрайка. Немецкий астроном Г. Фогель занялся изучением спектра Алголя.

Вспомним, что в спектрах звезд всегда присутствуют темные линии, обязанные своим происхождением поглощению и

рассеянию света в ее атмосфере, идущего с поверхности звезды. Вероятно, вы обратили внимание, что когда едете в электричке и встречаете на полном ходу другую электричку, подающую сигнал сиреной, то в момент прохода встречной электрички звук сирены из высокого превращается в низкий. Это эффект Доплера. Звук есть волновое колебание воздуха. При приближении источника звука к вам волны как бы сжимаются, становятся короче, а при удалении растягиваются, становятся длиннее.

То же происходит и со светом. У быстро летящего к нам источника света волны укорачиваются, а у летящего от нас — удлиняются. Все линии в спектре любого светового источника смещаются пропорционально скорости движения источника. Таким образом, астрономы могут определять скорость движения вдоль луча зрения. Такая скорость носит название лучевой или радиальной скорости.

В 1889 году Фогель произвел измерение лучевой скорости Алголя. Он обнаружил следующую картину изменения лучевой скорости в течение периода изменения блеска. В момент затмения и ровно через половину периода скорость была близка к нулю. Через одну четвертую долю периода, предшествующего середине затмения, лучевая скорость оказалась максимальной, причем яркая звезда удалялась от нас. Через четверть периода после середины затмения скорость тоже была максимальной, но яркая звезда уже приближалась к нам.

Эти наблюдения доказали справедливость гипотезы Гудрайка. Действительно, до минимума слабый компонент движется по лучу зрения к нам, а яркий, который мы только и видим — от нас. Наоборот, после минимума блеска (затмения) слабый компонент удаляется от нас, а яркий — приближается к нам.

Таким образом, была понята природа переменных звезд, похожих по своему характеру на Алголь. Они называются теперь затменными переменными звездами. В настоящее время их насчитывают почти три тысячи.

Если у затменно-переменной звезды из наблюдений спектра известно изменение лучевых скоростей в километрах в секунду, то мы можем получить скорость компонента (или двух компонентов, если видны оба спектра) на орбите. Зная величину периода, можно определить размеры орбиты в километрах и расстояние между компонентами, а по кривой блеска рассчитать другие характеристики звезд. Например, в случае Алголя оказалось, что как по размерам, так и по массе компоненты этой системы не очень сильно отличаются от нашего Солнца, что все слабые спутники тоже звезды, а не холодные планеты.

Рассказанная история об Алголе дает представление о так называемой «астрономии невидимого». Действительно, только

на основании факта изменения блеска и изменения лучевой скорости, не видя компонентов отдельно, астрономы получают точную и важную информацию.

Данные о затменных переменных очень расширяют и углубляют наши знания о звездах. Затменные переменные звезды — источник самых точных сведений о размерах, массах, плотностях, температурах и других характеристиках звезд.

## Маяки Вселенной

В 1782 году уже упоминавшийся нами английский астроном Д. Гудрайк вместе со своим другом Э. Пиготтом решили систематически следить за звездами, в надежде обнаружить переменность некоторых из них. Труд их быстро увенчался успехом. В течение этого и следующего года они обнаружили переменность звезд  $\eta$  Орла,  $\delta$  Цефея и  $\beta$  Лиры. Две первые оказались особенно интересными. Они меняли блеск не как Алголь, а непрерывно, но строго периодически. Период первой оказался равным 7·18, а у второй 5·37 суток. Примерно в течение трех десятых периода звезды становились ярче и достигали максимума, а в остальные семь десятых периода слабели и достигали минимума. Природа их была не ясна. Делалось предположение, что это тоже двойные звезды, обращающиеся по очень вытянутым орбитам в сопротивляющейся среде. Но в этом случае периоды должны были бы заметно укорачиваться, чего не наблюдалось.

В 1894 году русский астроном А. А. Белопольский обнаружил, что лучевые скорости этих звезд меняются с тем же периодом, что и блеск, но изменение скорости не соответствует круговому движению. В том же году профессор Московского университета Н. А. Умов высказал мысль, что изменение лучевых скоростей этих звезд вызвано вовсе не орбитальным движением, а периодической пульсацией их атмосфер. Лишь через двадцать лет астрономы вернулись к этой проблеме, а в 1919 году английский астроном А. С. Эддингтон уже попытался сформулировать теорию пульсирующих звезд.

Звезды эти стали называть цефеидами, так как одна из наиболее ярких звезд этого типа была  $\delta$  Цефея. В настоящее время в нашей Галактике около семисот звезд этого типа. Много сотен цефеид обнаружены в ближайших к нам галактиках: Большом и Малом Магеллановых Облаках, Большой туманности Андромеды, туманности в Треугольнике и некоторых других.

В 1908 году сотрудница Э. Пикеринга — Г. Ливитт начала изучать многочисленные переменные звезды в Магеллановых Облаках и обнаружила удивительную закономерность: чем длиннее период, тем ярче цефеида! Уже упоминавшийся Э. Герцшпрунг сразу понял все значение сделанного откры-



тия. В том же 1912 году он опубликовал работу, в которой указал, что если мы узнаем светимость цефеид (т. е. ту звездную величину, которую они имели бы на расстоянии десяти парсек, такую звездную величину астрономы называют абсолютной), то откроются большие возможности для определения расстояний во Вселенной. Сравнивая абсолютную величину с видимой величиной и зная, что блеск обратно пропорционален квадрату расстояния, мы можем определить расстояние каждой цефеиды от нас. Немного позднее американский астроном Х. Шепли вычислил зависимость «период—светимость» для цефеид и определил их абсолютные величины. Затем последовали открытия цефеид в шаровых звездных скоплениях и других галактиках и цефеиды стали употребляться для определения колоссальных расстояний во Вселенной.

Можно сказать, что все масштабы Вселенной так или иначе связаны с зависимостью «период—светимость». Еще в тридцатых годах нашего века советские астрономы показали, что зависимость «период — светимость» Шепли не точна и что цефеиды ярче, чем они их считали. Сейчас мы можем с большей степенью уверенности говорить, что уже с точностью до нескольких десятых долей звездной величины знаем абсолютные величины цефеид по зависимости «период—светимость». Высказаны ценные мысли о происхождении цефеид. По-видимому, это закономерная стадия развития молодых звезд определенной, достаточно большой (в несколько раз превышающей солнечную) массы.

В последние годы советский астроном С. Жевакин разработал теорию изменения блеска этих звезд. Эта теория объясняет множество явлений у цефеид, природа которых до сих пор была весьма неясной.

Цефеиды по истине являются маяками Вселенной, поскольку позволяют определять колоссальные расстояния.

Советские астрономы могут гордиться, что много сделали в отношении разносторонних исследований этих замечательных звезд.

## Космические катастрофы

Не меньший интерес представляют звезды, которые принято называть новыми и сверхновыми.

Когда вспыхивает сверхновая звезда, практически мгновенно излучается огромное количество энергии, которое даже трудно представить в масштабах энергетических ресурсов человечества. Это — гигантский взрыв, катастрофа, превзойти которую может лишь взрыв ядра галактики.

В течение короткого времени вспыхнувшая звезда излучает больше света, чем миллиарды звезд, заключенных в целой галактике, где произошла вспышка.

В больших звездных системах, например в нашей Галактике, вспышки сверхновых происходят в среднем раз в сто лет. Последняя вспышка в нашей Галактике наблюдалась в 1604 году; а может быть, еще одна вспышка (незамеченная, но известная сейчас по «остаткам») произошла около 1700 года.

Вспышки сверхновых наблюдаются и в других галактиках. Существуют галактики, в которых сверхновые звезды вспыхивают чаще.

По свидетельству многих европейских, китайских и японских хроник и летописей за 1054 год, на небе, в созвездии Тельца, появилась новая очень яркая звезда.

Она была видна более года, причем первые три недели была столь яркой, что ее видели днем. По своему блеску эта звезда превосходила самое яркое светило (кроме Солнца и Луны) — планету Венеру. Несколько месяцев «звезда-гостья», как ее называли китайские астрономы, была видна, а потом постепенно блеск ее стал слабее и она исчезла для невооруженного глаза.

Во второй половине XVIII века французский астроном Шарль Мессье в своем каталоге туманностей поместил под первым номером туманность странной формы. Впоследствии ее назвали Крабовидной. Дальнейшие наблюдения показали, что эта туманность медленно расширяется. Ее расширение говорит о том, что скорость движения газов, из которых она состоит, огромна — 1000 км/сек, т. е. больше, чем в сто раз превосходит скорости искусственных спутников Земли и более чем в 30 раз орбитальную скорость Земли. Только гигантский взрыв мог сообщить столь огромной массе газа такую скорость.

Из наблюдений расширения Крабовидной туманности следует, что приблизительно 900 лет назад она занимала очень малый объем. Крабовидная туманность находится как раз в той области неба, где в 1054 году вспыхнула «звезда-гостья». Очевидно, эта туманность — остаток сверхновой 1054 года.

Крабовидная туманность является одной из ближайших и поэтому исследована лучше других. В 1949 году ученые астрофизики обнаружили, что Крабовидная туманность — мощный источник радиоизлучения. Пока еще неясно, каким способом при вспышке сверхновой звезды образуется огромное количество частиц сверхвысоких энергий — космических лучей. По мере расширения туманности заключенные в ней космические лучи выходят в межзвездное пространство.

Оптическое излучение Крабовидной туманности, как это показал советский ученый И. С. Шкловский, на 95% зависит

от сверхэнергичных релятивистских<sup>1</sup> электронов, т. е. имеет синхротронную природу.

Энергия электронов, излучающих в оптическом диапазоне длин волн, достигает  $10^{11}$ — $10^{12}$  электрон-вольт. Это в сотни раз больше энергии электронов, излучающих радиоволны.

В настоящее время синхротронное оптическое излучение обнаружено еще у нескольких объектов, в основном у радиогалактик. Исследование этого излучения имеет очень большое значение для физики и астрономии. Это один из ярких примеров значения космических исследований для науки.

В 1963 году специальными приборами, установленными на ракете, было обнаружено мощное рентгеновское излучение от Крабовидной туманности. В следующем, 1964 году удалось установить, что источником рентгеновского излучения является сама Крабовидная туманность. В дальнейшем оказалось, что практически все туманности, являющиеся остатками сверхновых звезд, вспыхивавших многие столетия назад, являются источниками радиоизлучения и, возможно, также рентгеновского излучения.

Особенно мощным источником радиоизлучения является туманность в созвездии Кассиопеи. Эта туманность, оставшаяся после вспышки сверхновой, которая произошла около 300 лет назад, дает поток радиоизлучения в десять раз больший, чем Крабовидная туманность, хотя она почти в три раза дальше последней.

За промежуток времени, исчисляемый несколькими десятками дней, сверхновые звезды излучают такое количество энергии, которое наше Солнце излучало бы миллионы лет...

Что же приводит звезды к необходимости таким катастрофическим образом освободиться от огромного количества энергии? И грозит ли подобная катастрофа нашему Солнцу? Если бы Солнце вспыхнуло, как сверхновая, то испарились бы все окружающие его планеты за исключением, возможно, Юпитера и Сатурна. Современная астрофизика дает на поставленный вопрос утешительный ответ: для взрыва Солнца как сверхновой его масса слишком мала. Так показывают расчеты. Очень много в изучении сверхновых звезд сделал советский ученый И. С. Шкловский. Мы советуем читателю прочитать его книгу «Вселенная, жизнь, разум». М., 1965, изд-во «Наука».

Причины вспышек сверхновых неясны, вероятно, потому, что здесь мы имеем дело с процессами, еще не известными физикам. Можно, однако, с уверенностью сказать, что теория, объясняющая эти явления, будет создана в самое ближайшее время. Изучение космических катастроф, происходящих при

---

<sup>1</sup> Релятивистскими частицами называют частицы со скоростями, близкими к скорости света.

взрывах звезд, понимание его причин важно не только для уяснения процессов эволюции звезд. Оно важно для развития представлений о веществе и материи.

## Сколько лет звездам?

Впервые вплотную к решению этого вопроса подошел советский ученый В. А. Амбарцумян. Чтобы пояснить его идею, мы прибегнем к аналогии.

Предположим, что мы вошли в пустую комнату и видим в ней кольца табачного дыма. Мы знаем, что они могут существовать немногие секунды и с уверенностью говорим, что курильщик только что вышел, а возраст замеченного образования — колец дыма, — очень мал. Если, войдя в комнату, мы увидим слои табачного дыма в аморфном состоянии, потерявшими свою структуру, мы скажем, что курили недавно, но во всяком случае не несколько секунд назад. Наконец, если, войдя в комнату, мы не увидим дыма, но почувствуем запах табака, мы констатируем, что здесь курили, но, вероятно, давно, так как табачный дым разошелся.

В 1945—1946 годах В. А. Амбарцумян обратил внимание на группы горячих звезд, которые он назвал ассоциациями. Отдельные члены этих ассоциаций не могут удерживаться силами тяготения всей ассоциации и неизбежно рассеиваются, перемешиваясь в окружающем пространстве с находящимися поблизости звездами. Можно посчитать, сколько времени требуется, чтобы расширившаяся таким образом ассоциация настолько перемешалась с окружающими звездами, что сделалась незаметной. Оказалось, что для этого необходимо от 10 до 100 миллионов лет.

Но на небе можно наблюдать десятки таких ассоциаций. Следовательно, мы смело можем утверждать, что возраст звезд в ассоциации не больше 100 миллионов лет.

Вспомним, что мы приравнивали средний возраст звезды (5 миллиардов лет) к возрасту зрелого человека (к 50 годам). Каков тогда в этих масштабах максимальный возраст звезд в ассоциациях? 100 миллионов в 50 раз меньше 5 миллиардов. Следовательно, в шкале человеческой жизни максимальный возраст звезд в ассоциациях составляет 1 год, т. е. мы имеем дело со звездами-младенцами!

В дальнейшем были найдены такие звездные системы<sup>1</sup>, возраст которых был оценен в миллион, 100 тысяч или даже в 10 тысяч лет. В шкале продолжительности жизни человека это

---

<sup>1</sup> Кратные звездные системы состоят из нескольких звезд, а звездные скопления из нескольких сотен, тысяч или даже сотен тысяч звезд.

составит соответственно 4 суток, 10 часов и 1 час. Значит, мы можем говорить не только о звездах-младенцах, но и о звездах-новорожденных!

Сопоставление физических особенностей звезд с их возрастом дало возможность подметить некоторые существенные закономерности и опосредствовать созданию новых гипотез об их эволюции.

## Происхождение и развитие звезд

Наиболее распространенной точкой зрения на происхождение и эволюцию звезд является гипотеза о рождении звезд путем конденсации диффузной материи (газов, пыли). Действительно, те объекты, которые мы склонны считать молодыми (например, ассоциации и некоторые звездные группы и скопления), обычно богаты диффузной материей.

Естественно, создалось впечатление, что еще не вся диффузная материя превратилась в звезды и что мы — свидетели этих постепенных превращений: часть материи мы наблюдаем в виде молодых звезд, часть же еще только конденсируется в звезды.

То, что мы не видим самого процесса конденсации, не должно особенно нас пугать. Если, например, произойдет конденсация в течение очень короткого промежутка времени по сравнению с продолжительностью жизни звезд, то вероятность такого наблюдения будет очень мала. Так, если процесс конденсации занимает, допустим, 5 лет, то это составит лишь одну миллиардную долю среднего возраста звезд. Следовательно, из миллиарда звезд мы можем надеяться лишь одну застать в стадии рождения. Но в непосредственных окрестностях Солнца нет мощных скоплений диффузной материи, значит вероятность наблюдения рождения звезд еще ниже.

В последние годы было выполнено множество исследований, связанных с теоретическим расчетом эволюции звезд от стадии конденсации диффузной материи и далее. Схема эволюции такова: сначала диффузная материя конденсируется в звезду увеличивающейся плотности, причем сжатие — единственный источник энергии. Затем в результате конденсации и разогрева в недрах звезды достигается такое давление и температура, при которых начинают осуществляться ядерные реакции, в частности превращение водорода в гелий.

Выход энергии при этой реакции настолько больше выхода энергии, вызванной сжатием звезды, что сжатие не только прекращается, но звезда после довольно продолжительного спокойного периода начинает расширяться. Затем постепенно водород выгорает сначала в центре звезды, а потом все

в большей и большей зоне вокруг центра. Наступает критический момент, когда звезда быстро перестраивается и опять переходит в другую стадию, когда основным источником энергии становятся ядерные реакции с более тяжелыми элементами.

Рассчитанные таким образом эволюционные траектории звезд на диаграмме «Г—Р» довольно хорошо согласуются с наблюдаемыми последовательностями, что всегда расценивается как подтверждение теоретических основ этих расчетов.

Однако совпадение наблюдаемых величин с вычисленными на основании той или иной теории еще не является окончательным доказательством этой теории. Например, мы заведомо знаем, что Птолемея схема строения солнечной системы неверна. Однако если бы мы представили движение каждой планеты по Птолемею с учетом почти всех особенностей этого движения, запрограммировали бы все это для вычисления на электронных машинах и стали бы вычислять положения планет, то получили бы результаты, хорошо согласующиеся с наблюдениями.

Совпадение выводов является существенным, но недостаточным критерием истинности любой гипотезы.

В течение последних лет в результате наблюдений обнаруживаются факты, свидетельствующие о противоположном процессе развития. Многие говорят о процессах перехода от плотного состояния материи к разреженному.

Естественно, появилась другая, пока еще мало разработанная точка зрения на происхождение звезд. Академик В. А. Амбарцумян выдвинул идею о том, что звезды образовались из очень плотных тел. Он обратил внимание на то, что в галактиках основным фактором развития являются их плотные ядра. Действительно, диффузное вещество и звезды возникают, по-видимому, совместно из пока не известных нам каких-то плотных формаций материи. Мы уже отмечали, что молодые звезды и диффузное вещество встречаются в галактике большей частью рядом.

В галактике довольно часто можно непосредственно наблюдать расширение и рассеяние диффузного вещества. Иногда можно прямо видеть, как диффузное вещество выбрасывается из звезды. Мы говорили уже о сверхновых звездах, о расширении их остатков. Имеются и другие многочисленные примеры расширения.

Сгущения или сжатия диффузной материи в звезды астрономам не удавалось наблюдать никогда!

В. А. Амбарцумян приводит ряд интересных примеров. Вот его аргументы. В созвездии Единорога находится туманность Розетка. Группа молодых звезд наблюдается как раз в центральной части этой туманности, где есть разреженная область. Возможно, что эта группа молодых звезд образовалась

в результате взрыва какого-нибудь плотного тела. Одновременно были выброшены большие массы газа, которые до сих пор расширяются.

В центральной части туманности Ориона есть звездная система, состоящая из нескольких звезд,— Трапеция. Звезды этой системы разбегаются друг от друга с такими большими скоростями, что неминуемо должны выйти из-под влияния взаимного притяжения.

Если предположить, что согласно первой гипотезе скорость внутреннего движения частиц диффузной материи настолько уменьшилась, что под воздействием собственных сил тяготения газ собрался в эти звезды, то почему они разбегаются? Каким образом у молодых, только что образовавшихся звезд могли появиться столь большие скорости? Первая гипотеза не дает ответа на эти вопросы. А взрывом массивного плотного тела можно объяснить и образование расширяющейся Трапеции и возникновение туманности, окружающей ее.

## Звезды в нашей Галактике

Еще в Древней Греции была высказана мысль, что Млечный Путь, так хорошо видимый в темные безлуные летние, осенние и зимние ночи, есть не что иное, как скопление множества слабых, неразличимых невооруженным глазом звезд. Это подтвердилось после изобретения телескопа. В. Гершель пытался по подсчетам звезд в разных частях неба построить модель Млечного Пути и получил нечто вроде линзы или чечевицы. Основатель и первый директор знаменитой Пулковской обсерватории В. Я. Струве в 1847 году впервые занялся изучением распределения звезд в пространстве на основе анализа подсчетов звезд в разных направлениях. Но лишь сто лет спустя астрономы научились правильно решать эту задачу.

В результате тщательного изучения распределения звезд разных типов в нашей Галактике было доказано, что она представляет собою очень сложную систему, состоящую из проникающих друг в друга подсистем — объектов (звезд, газа, пыли) различных свойств и различного происхождения. Так, некоторые типы звезд и вызывающая межзвездное поглощение пыль образуют в нашей Галактике спиральные ветви, очень протяженные, но и очень плоские. Кроме спиральных ветвей, имеются многочисленные типы звезд, образующих тоже диск в той же плоскости, что и спирали, но уже без спиральной структуры. Этот диск уже «толще» спиральных ветвей, т. е. звезды в диске встречаются на больших расстояниях от основной плоскости спиралей, чем звезды в самих спиральных ветвях. Наконец, многие звезды не показывают столь заметной концентрации к основной плоскости и образуют почти сферическую систему. В настоящее время принято говорить, что наша Галактика состоит из трех основных составляющих: плоской, промежуточной и сферической.

Плотность звезд в пространстве убывает от центра к периферии галактики. При этом у звезд плоской составляющей плотность уменьшается с расстоянием от центра значительно медленнее, чем у звезд сферической составляющей.

Довольно трудно говорить о границах Галактики, как впрочем и других галактик и звездных скоплений. Плотность звезд постепенно убывает, и лишь приблизительно можно оценить, где же она становится прене-

брежимо малой. Можно думать, что радиус нашей Галактики составляет примерно 15 килопарсек (50 тысяч световых лет).

Большое значение в изучении строения нашей Галактики имеют радиоастрономические наблюдения. Последние двадцать лет развития астрономии можно назвать периодом изучения космоса принципиально новыми методами. Ведь человеческий глаз, фотопластинка, фотоэлемент воспринимают лишь ничтожную часть излучения космических тел. Применение методов радиофизики, начавшееся еще в самом конце тридцатых годов и во время второй мировой войны, стало особенно быстро развиваться в первые годы после войны. Было обращено внимание, что в диапазоне радиочастот имеется линия нейтрального водорода (длина волны 21 см). Начались наблюдения неба в области этой линии.

Наша Галактика, как и другие галактики, вращается вокруг своего центра. Закон этого движения в первом приближении известен и дает возможность оценить расстояния до тех объектов, которые принимают участие во вращении без особых, характерных, например, для некоторых звезд, уклонений. Газ и пыль, сосредоточенные в самой плоскости галактики, как раз и являются объектами, уклонения которых от кругового движения весьма невелики. Это дало возможность надежно оценивать расстояния до тех облаков нейтрального водорода, которые были ответственны за возникновение линий в диапазоне радиочастот. Линии оказались смещенными относительно теоретически рассчитанной длины волны. Это, как мы уже знаем, эффект Доплера. Зная теорию вращения галактики, мы всегда можем рассчитать, на каком расстоянии от Солнца расположено облако, ответственное за появление данной линии нейтрального водорода. Таким образом, удалось обнаружить структуру ветвей нейтрального водорода в нашей Галактике. Оказалось, что нейтральный водород расположен в виде спиральных ветвей.

Радиоастрономические методы наблюдения звезд и галактик имеют еще одно замечательное преимущество по сравнению с оптическими методами. Мы знаем уже, что межзвездное пространство не пустое. Помимо редких отдельных атомов и частиц, помимо полей излучения, магнитных и гравитационных полей, в межзвездном пространстве встречаются облака газа и пыли. Газ прозрачен и создает в спектре находящихся за ним звезд лишь добавочные линии, характерные для данного газа. Так как скорость звезды и облака газа различны, то вследствие эффекта Доплера и положение линий газа в атмосфере звезды и в межзвездном облаке будет различным. Это один из методов обнаружения облаков межзвездного газа. Что же касается пыли или «дыма», как его часто называют, то их воздействие на свет звезды иное. Они поглощают и рассеивают весь свет приблизительно обратно пропорционально длине волны излучения. Например, крайние видимые фиолетовые лучи от звезды поглощаются и рассеиваются примерно вдвое сильнее, чем крайние красные. В инфракрасной области спектра межзвездные облака пыли оказываются более прозрачными, чем в ультрафиолетовой. Что же касается радиодиапазона частот, то здесь межзвездные газ и пыль практически прозрачны. Мы, например, не можем ни глазом, ни на обычных фотопластинках видеть центр нашей Галактики, так как мощные облака пыли навсегда загородили их от нас. А вот радиоастрономы прекрасно наблюдают центральные части нашей Галактики и открыли там множество важных особенностей. Вот еще один пример астрономии невидимого. Как будто бы принципиально недоступная наблюдению часть Галактики в результате появления нового метода стала доступной. А сколько нового принесет нам лишь начинающийся выход в космос.

Как в нашей Галактике, так и в других спиральных галактиках, часто звезды образуют скопления. Такие скопления звезд очень характерны для звездного населения галактик. Молодые скопления, называемые обычно рассеянными скоплениями, образуют в галактике плоский диск. Более старые, называемые обычно шаровыми скоплениями, образуют, наоборот, почти сферическую систему вокруг центрального сгущения нашей Галак-



тики. И в других спиральных галактиках наблюдается такая же закономерность в распределении звездных скоплений. Самые молодые скопления, содержащие в себе и диффузную материю в виде газа и пыли, обычно включены в ассоциации, а мы уже знаем, что ассоциации очень молоды. При тщательном изучении распределения молодых скоплений в нашей Галактике было обнаружено, что они тоже образуют спиральные ветви, в то время как более старые скопления совсем не связаны со спиральными ветвями. Следовательно, и нейтральный водород и ассоциации и самые молодые звездные скопления произошли из одной материнской среды, находясь в одних и тех же местах и не успели еще разойтись. Яркие горячие звезды ионизируют водород вокруг себя. Двигаясь в пространстве, они все больше и больше ионизируют водород на своем пути. И действительно, ионизованный водород уже не образует столь четко выраженных спиральных ветвей, как водород нейтральный. Ионизованный водород, вероятно, в среднем имеет больший возраст, чем нейтральный. Можно предполагать, что четко выраженные спиральные ветви нейтрального водорода — молодое образование каждой спиральной галактики.

Поскольку возраст некоторых ассоциаций и рассеянных звездных скоплений очень невелик (вспомним, что мы определяли их как звезды — новорожденные), то можно думать, что они и нейтральный водород совместно произошли из чего-то предшествующего. Здесь опять можно сказать, что идеи В. А. Амбарцумяна о сверхплотных дозвездных телах, возможно извергнутых из ядра галактики, заслуживают глубокого внимания.

Нет никаких оснований предполагать, что процесс звездообразования в галактике, начавшись когда-то, прекращался. Поэтому проблема «населения» галактики очень интересна и важна. Вероятно, мы имеем дело со звездами разных «поколений» или «генераций». Слово «поколение» в отношении звезд нельзя понимать буквально, как будто бы имеются звездородители и их дети. Понимать слово «поколение» или, как принято говорить, «генерация» следует так, что существует некий круговорот материи, никогда не повторяющийся в том же виде, но все же круговорот. Можно представить схему этого круговорота: в первоначальном дозвездном состоянии находилась некая предгалактика (запомните, пожалуйста, эту схему и, читая о сверхзвездах и взрывах ядер галактики, еще раз подумайте о ней). В результате пока еще не вполне ясных глубоких процессов начался выброс материи с одновременным образованием звезд и диффузной материи. Как известно, в недрах звезд образуются условия, благоприятные для ядерных процессов и преобразования водорода в гелий и другие более тяжелые элементы с большим выходом энергии. Часть звезд, вероятно более массивных, в процессе реакций приходила к неустойчивому состоянию и превращалась в новые и сверхновые звезды, взрывные процессы в которых тоже заканчивались выбросом диффузной материи, но уже гораздо более богатых тяжелыми элементами, чем материнская первоначальная материя. Диффузное вещество возвращалось в ядро галактики и шло на образование звезд следующей генерации. Этот процесс идет непрерывно, и каждая новая генерация звезд должна быть в среднем более богатая тяжелыми элементами, чем предшествующая.

В начале пятидесятых годов было действительно обнаружено, что те звезды, которые мы считаем старыми, гораздо более бедны тяжелыми элементами, чем звезды заведомо молодые.

Интересен и следующий факт, тоже обнаруженный в середине пятидесятых годов. Мы уже говорили, что шаровые скопления в целом представляют более старые агрегаты звезд, чем многие рассеянные скопления. Но оказалось, что по содержанию тяжелых элементов шаровые звездные скопления тоже не представляют собою однородную группу объектов. Шаровые звездные скопления в непосредственной близости к ядру нашей Галактики оказались значительно более богатыми тяжелыми элементами, чем скопления в периферических частях галактики. Естественно встает вопрос: не представляют ли шаровые скопления в непосредственной близо-

сти от ядра Галактики объекты более молодой генерации, чем шаровые скопления на периферии Галактики?

Другие галактики, как известно, состоят преимущественно тоже из звезд и в них тоже идет процесс звездообразования. Поэтому особый интерес представляет изучение особенностей «населения» других галактик. Набор этого «населения» может оказаться (и оказывается) различным у галактик разных типов и возрастов. И здесь уже обнаружены некоторые закономерности.

Несомненно, что звезды моложе породивших и продолжающих их производить галактик. Несомненно, что звезды образовались в недрах галактик и акт их творения идет непрерывно. Следовательно, если религия допускает акт сотворения мира, то любой религии необходимо признать множество актов творения множества миров, происходящих и в наши дни. Наиболее гибкая из христианских религий — католическая — стремится приспособить свои догматы к требованиям современного естествознания и пытается помирить возникающие противоречия, ссылаясь на возможность соответствующего толкования тех или иных священных текстов.

## Звезды и галактики

Подобно тому как звезды в нашей и других галактиках образуют скопления и ассоциации, так и сами галактики (или внегалактические туманности, как их раньше называли) тоже образуют местные сгущения. Так, например, наша Галактика входит в местную систему из примерно двух десятков различных галактик. В направлении созвездий Девы и Волос Вероники наблюдаются два богатых скопления галактик. В настоящее время обнаружено множество таких скоплений.

С уверенностью можно утверждать, что подобные сгущения не могли образоваться случайно, в результате встреч разнородных по своему происхождению галактик. С большой степенью уверенности можно утверждать, что все галактики в таких скоплениях имеют **совместное** происхождение.

В каждом скоплении взаимно притягивающих тел (гравитирующих тел) устойчивость будет определяться соотношением кинетической энергии входящих в скопление тел и потенциальной энергией всей совокупности этих тел. Если кинетическая энергия (энергия движения отдельных звезд скопления) меньше потенциальной, вся система начнет сжиматься, скорости членов увеличиваться, пока не наступит равновесие между кинетической и потенциальной энергиями. Такие системы тел носят название систем с **отрицательной** энергией. Если же кинетическая энергия звезд больше потенциальной энергии всей их совокупности, вся система начнет бесконечно расширяться и через некоторое время она уже не будет восприниматься как скопление или облако. Такие системы называются системами с **положительной** энергией.

В каждом скоплении звезд и галактик взаимные сближения гораздо более вероятны, чем в значительно менее населен-

ном галактическом поле. При сближениях возможен и обязателен какой-то обмен кинетическими энергиями между звездами или галактиками. В результате такого обмена звезда или галактика может приобрести скорость, достаточную для того, чтобы навсегда покинуть скопление, даже если его энергия отрицательная. На основе всего сказанного можно сделать соответствующие расчеты. Это один из методов оценки возраста и продолжительности жизни (у человека и у космических тел это разные понятия) различных звездных скоплений или облаков галактик. Так, было рассчитано, что облака галактик могут существовать  $10^{12}$ — $10^{14}$  лет. Конечно, сформулированная здесь задача упрощена и идеализирована. В природе все обстоит несколько сложнее. Все эти скопления и облака звезд и галактик не изолированы, а находятся в гравитационном поле всей совокупности других звезд и галактик и их скоплений. Это обычно ускоряет распад скоплений и облаков, так что оцененные возрасты и продолжительности жизни обычно получаются завышенными.

Поскольку облака галактик встречаются в достаточно большом числе, мы вправе утверждать, что их средний возраст должен быть меньше продолжительности жизни, т. е. меньше  $10^{12}$ — $10^{14}$  лет. Очень важно отметить, что в таких облаках (скоплениях) галактик встречаются галактики практически всех известных типов.

Еще более замечательным нам представляется существование двойных, тройных и вообще кратных (состоящих из нескольких членов) систем галактик. Не может быть никаких сомнений, что члены таких кратных систем имеют совместное происхождение, а следовательно и приблизительно одинаковый возраст (само формирование членов данной группы галактик могло занимать некоторое время, неодинаковое для каждого из них). Следовательно, причину многообразия наблюдаемых форм галактик следует искать не только и не столько в различии возрастов, как в различии начальных условий при образовании и при дальнейшем развитии.

Действительно, как и в случае звезд, трудно себе представить, чтобы природа была подобна точному автомату и «выпускала» всегда одинаковую продукцию. Трудно представить, что эта продукция в дальнейшем подвергалась всегда одинаковому воздействию внешней среды. Несравненно более вероятно, что формирующиеся галактики и звезды в них при их рождении уже были разнообразны по массе, химическому составу и т. д., а в дальнейшем подвергались самому разнообразному взаимодействию с окружающей средой. Очень много ценных выводов сделал советский астроном Б. А. Воронцов-Вельяминов, изучивший взаимодействующие галактики.

Одним из наиболее интересных фактов астрономии галактик является так называемое «красное смещение». Мы уже

знаем, что спектр движущегося по отношению к нам источника смещается в фиолетовую сторону, и в красную — если от нас. Так вот, в начале двадцатых годов было обнаружено, что чем дальше от нас галактика, тем больше у нее смещен спектр в красную сторону. Это ошеломляющее открытие дало огромную пищу для размышлений. Если проэкстраполировать пути отдельных галактик назад, то окажется, что несколько миллиардов лет назад все они будут занимать небольшой объем пространства. Отсюда родились идеи о едином акте творения Вселенной в целом, которая после создания начала разлетаться, и галактики, обладавшие большей скоростью, ушли от нас дальше, чем имевшие меньшую скорость. Папа Пий XII использовал в своих речах этот факт, как подтверждение наукой догмата о сотворении мира.

На самом деле здесь нет никаких аргументов в пользу акта творения. Наоборот, факт расширения доступной наблюдению части Вселенной находится в замечательном соответствии с теми взглядами, которые защищают советские астрономы. Всякий газ в вакууме, предоставленный самому себе и не запертый в сосуд, будет расширяться. При этом наиболее быстрые молекулы успеют за одно и то же время уйти дальше, чем медленные молекулы. Так что в самом расширении доступной наблюдению части Вселенной нет ничего удивительного. Если энергия доступной наблюдению части Вселенной резко положительна, то так и должно быть.

Есть ли что-либо подкрепляющее догматы религии в нашем заключении, что много миллиардов лет назад объем наблюдаемой сейчас части Вселенной был мал, а его плотность была сравнима с плотностью атомных ядер? В этом нет ничего противоречащего науке. Материя в своем развитии может принимать множество известных и не известных нам форм. Мы и сейчас являемся свидетелями частых грандиозных взрывов, приводящих к выбросу материи с очень большими скоростями. Вспомним явление сверхновых звезд. Весьма вероятно, что часть Вселенной много миллиардов лет назад действительно была сверхплотной и в результате какого-то грандиозного процесса началось расширение и образование галактик и входящих в них звезд. Возможно, что наблюдаемые нами сейчас взрывы несравненно меньшего масштаба являются жалкими остаточными явлениями того грандиозного процесса, который начался много миллиардов лет назад.

Нарисованная здесь грандиозная картина, конечно, очень схематизирована и упрощена. В реальности дело происходило гораздо сложнее. Но о современных теориях Вселенной как целого нужно написать отдельную книгу. Отсылаем интересующихся к очень обстоятельной статье А. Л. Зельманова «Метагалактика и Вселенная» в сборнике «Наука и человечество», изд. во «Знание», 1962.

## Сверхзвезды и взрывы ядер галактик

Последние годы принесли много интересных и принципиально важных для астрономии открытий. Были обнаружены звездообразные объекты сверхмощного излучения. Такие объекты стали называть сверхзвездами, или квазарами (от двух слов: квази — как бы и стар — звезда). До сих пор еще не вполне ясна природа этих объектов. На фотографиях самыми мощными инструментами не удается отличить их от звезд. В спектрах же наблюдается «красное смещение», говорящее об очень большой удаленности этих объектов. Было подсчитано, что излучение звездообразных объектов в сотни раз превосходит излучение целых галактик.

В настоящее время высказано несколько гипотез о природе этих замечательных объектов. Упомянем наиболее обоснованную теорию известного советского физика академика Я. Б. Зельдовича. Упрощенно можно сказать, что большие массы вещества могут испытать практически неограниченное сжатие, так называемый «гравитационный коллапс», в результате которого эта большая масса может превратиться в «точку» с чудовищной плотностью. Здесь необходим учет эффектов общей теории относительности (теории тяготения Эйнштейна). Радиус «спавшейся» таким образом материи может оказаться меньше так называемого «гравитационного радиуса» и излучение уже не сможет покинуть такой системы. Ее можно будет обнаружить только в результате ее гравитационного воздействия на другие тела.

Возможна и противоположная тенденция — «антиколлапс» — возникающий в результате вызванного воздействием внешней среды на такую «спавшуюся» массу материи. Все эти процессы связаны с огромными энергиями. Мыслима и встреча «вещества» с «антивеществом», но пока в наших руках нет никаких свидетельств существования «антимиров».

Весьма существенны работы американского астронома Алана Сендиджа, посвященные очень интересному объекту — галактике, известной под названием М 82. Начиная с 1962 года, он произвел несколько фотографий этого объекта в разных лучах и пришел к весьма убедительному выводу, что мы имеем дело с мощным взрывом и выбросом материи из ядра этой галактики. А. Сендидж очень тщательно исследовал уникальные снимки этой галактики и понял, что имеет дело с одновременным выбросом вещества из ядра, произошедшего примерно 11—12 миллионов лет тому назад. Выброшенное вещество имеет вид волокон или струй, идущих, по-видимому, вдоль силовых линий мощного магнитного поля (интенсивность магнитного поля галактики М 82 оказа-

лась примерно в 60 000 раз большей магнитного поля Земли). Скорость движения внутри волокон пропорциональна расстоянию от центра этой галактики. Это значит, что вещество выброшено одновременно, причем частицы с большей скоростью ушли пропорционально скорости дальше, чем частицы с меньшей скоростью. На концах волокон скорость была оценена в 1000 км в секунду.

Исследование А. Сендиджа перекликается с высказанными ранее идеями В. А. Амбарцумяна о том, что процесс звездообразования может происходить в сверхплотных ядрах галактик.

## ЗАЧЕМ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ НУЖНА АСТРОНОМИЯ

Может возникнуть естественный вопрос: имеют ли астрономические исследования практическое значение в наши дни?

До 1957 года этот вопрос возникал у обывателей довольно часто. После запуска первого искусственного спутника Земли об этом перестали спрашивать. Зато возник другой вопрос не только у нас, но в значительно большей степени в капиталистическом мире. Стоят ли исследования космоса тех затрат, которые на них ассигнуются государствами?

В Англии, США и некоторых других государствах среди ученых стали раздаваться голоса, что «зеленая улица», открываемая космическим и ядерным исследованиям, мешает «гармоничному» развитию науки.

История естествознания знает достаточно большое количество примеров, когда в эпоху становления той или иной задачи, в эпоху открытия того или иного принципиально нового явления, не дававшего непосредственного выхода в практику, раздавались «трезвые» голоса, говорившие о ненужности подобных исследований. Например, когда в 1825 году был впервые получен металлический алюминий, он обходился значительно дороже золота. Естественно, раздавались голоса о том, что алюминий не имеет никакого практического значения как драгоценной и поэтому малоприменимый металл.

Когда через 60 лет после открытия алюминия были разработаны дешевые способы его добычи из глиноземных расплавов, алюминий не только оказался пригодным, но и повсеместно вошел в наш быт как дешевый и удобный металл. Таких примеров можно было бы привести достаточно много.

Что же может дать человечеству изучение космических объектов как с Земли, так и из космоса? Что может дать посещение других небесных светил?

Уже первые полеты высотных ракет стали приносить такие сведения о верхних слоях атмосферы, которые мы не могли бы

получить никаким иным путем. Первые спутники (советские и американские) принесли дальнейшие открытия в изучении верхних слоев атмосферы и прилегающего к Земле космического пространства.

Кольца заряженных частиц высоких энергий, суточные и сезонные колебания верхних слоев атмосферы и ряд других открытий следовали одно за другим. Этим открытиям было посвящено так много статей в газетах и журналах, что нет смысла снова здесь говорить об их практическом значении.

Учеными уже давно открыты так называемые космические лучи, т. е. излучение чрезвычайно высоких энергий, которые приходили на Землю из неведомых космических пространств.

На дне воздушного океана, даже в изумительно благоприятных условиях специальных станций, расположенных на больших высотах, земные физики регистрировали лишь результаты бомбардировки космическими лучами верхних слоев атмосферы Земли и вызываемые этими бомбардировками вторичные явления.

Первичные космические лучи не удавалось наблюдать непосредственно. Ученые могли только гадать об их природе по тем явлениям, которые они вызывали в нашей атмосфере. Выход в космос дал возможность обнаруживать космические лучи в их первичном виде, в том виде, в котором они были первоначально излучены и достигли Земли, пройдя почти пустое мировое пространство. Зарегистрированы частицы столь больших энергий, что их возникновение уже само по себе является свидетельством грандиозных космических процессов, не воспроизводимых в условиях Земли.

Изучение космических лучей имеет очень важное значение хотя бы потому, что уровень жесткой радиации вызывает мутации — изменения наследственных факторов живой клетки, а значит может быть причиной изменений и эволюции живых организмов на Земле.

Мы уже говорили раньше о сверхновых звездах и о том, что совершающиеся там грандиозные процессы с практически моментальным выходом огромного количества энергии не находят еще строгого и однозначного объяснения. Одна из причин трудности решения вопроса о природе сверхновых звезд заключена в том, что невозможно наблюдать на дне воздушного океана особо интересные с точки зрения их познания коротковолновые излучения.

Можно с уверенностью сказать, что в условиях наблюдений, с поверхности Луны, где не будет мешать земная атмосфера, ученые смогут получить в отношении грандиозных космических процессов такую информацию.

Рано или поздно человек сможет не только понять неизвестные явления природы, происходящие во Вселенной, но и воспроизвести частично эти явления. Невиданные выходы

энергии послужат тогда на пользу человечества, а это, без всякого сомнения, компенсирует те затраты, которые кажутся многим скептическим умам израсходованными впустую.

Взять хотя бы еще вопрос о непосредственных посещениях Луны и других планет сначала приборами-автоматами, а затем и человеком. Весьма возможно, что «геологическая» история этих планет коренным образом отличается от геологической истории Земли. (Мы умышленно в предшествующей фразе взяли в кавычки слова «геологический»). Ведь гео по-гречески значит Земля, а геология — наука об истории развития Земли. Возможно, что с развитием космических исследований возникнут новые специальные науки, связанные с историей развития конкретных планет. Эти науки не будут называться геологиями). Весьма вероятно, что состав коры разных планет различен как в отношении изобилия тех или иных химических элементов, так и их соединений. Не исключено, что на иных планетах будут обнаружены в достаточном изобилии те элементы или те минералы, которых нет или очень мало на Земле, а использование которых чрезвычайно выгодно экономически.

Наконец, постоянная бомбардировка поверхности таких лишенных атмосферы планет, как Луна, частицами высоких энергий и микрометеорами может оказаться выгодной для естественного воспроизведения экономически выгодных для людей процессов.

Постоянное наблюдение за ближайшей к нам звездой — нашим Солнцем — с Луны или с тяжелых спутников ракет может оказать неоценимую услугу человечеству, поскольку научит нас понимать деятельность и эволюцию Солнца и будет способствовать более рациональному использованию его колоссальной энергии. Неценима для синоптики возможность наблюдать Землю извне.

Мы привели лишь небольшое количество примеров, связанных с изучением звезд и проникновением в тайны вещества.

Можно было бы рассказать еще о многих других направлениях в изучении космоса. Ограничимся лишь одним из них: вопросом о жизни.

## СОВРЕМЕННАЯ НАУКА О ЖИЗНИ ВО ВСЕЛЕННОЙ

### Множество обитаемых миров

Недалеко то время, когда на Луну, а затем и на другие планеты солнечной системы полетит человек.

Есть ли там жизнь? Этот вопрос волнует человека с давних времен. Еще великий итальянский мыслитель Джордано



Бруно утверждал, что мы не одиноки во Вселенной. Земля — не единственная обитель жизни, во Вселенной множество обитаемых миров.

Это утверждение Джордано Бруно было вызовом религии. Ведь религия утверждает, что жизнь существует только на Земле. Именно здесь, на Земле, осуществилось искупление первородных грехов человека благодаря явлению и жертве Христа — сына божьего. Обвиненный в ереси, Бруно был приговорен судом инквизиции к сожжению на костре.

Сама мысль о множестве обитаемых миров была страшной для церкви, так как разрушала представление о исключительном значении Земли среди других планет и этим была «противна святой вере». Поэтому когда в России появился в XVIII веке перевод книги французского писателя Б. Фонтенеля «Разговоры о множестве миров», книга эта была запрещена. В 1757 году Синод запретил печатать книги, в которых говорилось о множестве обитаемых миров.

В Галактике множество планетных систем, кроме солнечной. Не исключено, конечно, что в других мирах и системах есть жизнь в разной степени ее развития.

Даже в условиях Земли — всего лишь одной планеты солнечной системы — наблюдается бесконечно широкая приспособляемость к различным условиям среды.

Люди и животные (высшие формы жизни) могут жить в относительно небольших пределах температур, давления и химического состава атмосферы и биосферы. Этого нельзя сказать о бактериях. Бактерии были найдены на глубине 4000 метров в нефтеносных слоях. В горячих источниках (Тоскана), богатых борной кислотой, обитает бактерия *Vogaciscola*. Она же может жить в насыщенном растворе борной кислоты и в 10-процентном растворе серной кислоты. Но, пожалуй, самый удивительный пример приспособляемости — это бактерии, которые могут жить в концентрированном растворе хлористой ртути (сулемы) — сильного яда для большинства форм жизни на Земле.

Существуют бактерии, для жизни которых не страшна высокая температура (а также и очень низкая). Дрожжевые грибки выдерживают колоссальное давление — до 8000 атмосфер и остаются живыми!

И конечно, на других планетах солнечной системы в течение миллиардов лет могла возникнуть жизнь и приспособиться к условиям, мало похожим на земные.

По мнению ученых, наиболее подходят для жизни ближайшие соседи Земли, планеты Венера и Марс.

## Что скрыто за облаками Венеры?

Загадочная планета Венера издавна привлекала внимание исследователей.

Более двухсот лет назад, когда Земля, Венера и Солнце находились на одной прямой, Венера медленно «проплыла» по диску Солнца, проектируясь на его поверхности черным кружком. Затем она еще трижды пересекла Солнце. В 1761 году во время такого прохождения Венеры М. В. Ломоносов заметил яркую кайму, окружающую планету. М. В. Ломоносов пришел к выводу, что «планета Венера окружена знатною воздушною атмосферою, таковою (лишь бы не большею), какова обливается около нашего шара земного». Так была открыта атмосфера на Венере.

Ломоносов верил, что на Венере возможна жизнь и писал об этом. По условиям цензуры того времени Ломоносов писал так, чтобы «физические рассуждения о строении мира» служили «прославлению божию» и ни в коем случае не были вредны вере.

Но на самом деле Ломоносов подрывал самые основы веры, когда писал следующее: «Некоторые спрашивают, ежелиде на планетах есть живущие нам подобные люди, то какой они веры? Проповедано ли им евангелие? Крещены ли они в веру Христову? Сим дается ответ вопросный. В южных великих землях, коих берега в нынешние времена почти только примечены мореплавателями, тамошние жители, также и в других неведомых землях обитатели, люди видом, языком и всем поведением от нас отменные, какой веры? И кто им проповедал евангелие? Ежели кто про то знать или их обратить и крестить хочет, тот пусть по евангельскому слову («не стяжите ни злата, ни сребра, ни меди при поясах ваших, ни пиры на пути, ни двоя ризу, ни сапог, ни жезла») туда пойдет. И как свою проповедь окончит, то после пусть поедет для того ж и на Венеру. Только бы труд его не был напрасен. Может быть, тамошние люди в Адаме не согрешили, и для того всех из того следствий не надобно. Многи пути ко спасению. Многи обитатели суть на небесех».

Непроницаемый облачный покров Венеры мешает видеть ее поверхность в телескопы. Облака, отражая свет Солнца, делают планету очень яркой. После Солнца и Луны Венера — самое яркое светило на небе. В ее свете предметы иногда даже отбрасывают тень. До сих пор «планета-скромница» хранит свои тайны под покровом облаков. Однако кое-что мы о ней уже знаем.

Последние радиоастрономические наблюдения показали, что Венера вращается вокруг оси в направлении, обратном другим планетам (по часовой стрелке, если смотреть с Север-

ного полюса), совершая один оборот примерно за 250 земных суток.

На Венере зарегистрированы признаки водяного пара, что позволяет думать о возможности там жизни. Но этому предположению противоречит температура поверхности Венеры.

Недавние исследования советских радиоастрономов дали температуру 200—300 градусов для полуденных районов Венеры. Для ночных — около нуля. Измерения американской ракеты «Маринер-2», прошедшей вблизи поверхности Венеры, сообщили о 480-градусной температуре ее дневной поверхности.

Отсюда делается вывод о невозможности на Венере каких-либо форм жизни, основанных на соединениях углерода, кислорода, азота и водорода, т. е. таких, какие существуют на Земле.

В атмосфере Венеры очень много непригодного для дыхания углекислого газа, гораздо больше, чем в атмосфере Земли. Ученые обнаружили в атмосфере Венеры азот и кислород. Многие ученые предполагают, что поверхность Венеры — голая и раскаленная пустыня, но есть мнение, что высокая температура относится не к самой ее поверхности, а к ионосфере планеты. Тогда, может быть, на поверхности Венеры не так жарко.

В дни, когда пишется эта брошюра, советская автоматическая станция «Венера-3» после трех с половиной месяцев полета в космическом пространстве достигла планеты Венеры и доставила на ее поверхность вымпел с Гербом Союза Советских Социалистических Республик. Другая автоматическая межпланетная станция «Венера-2» прошла на расстоянии 24 тысяч километров от поверхности Венеры. Новые достижения науки помогут вырвать у «планеты-скромницы» еще часть ее секретов.

## «Планета-воин» Марс

Несмотря на то, что поверхность планеты Марс не скрыта от наблюдателя облачной атмосферой, Марс тоже загадочен, и вопрос о жизни на нем пока еще остается нерешенным.

Климат Марса очень суров. Атмосфера Марса сильно разрежена. В ней был обнаружен углекислый газ. Углекислого газа в марсианской атмосфере почти столько же, как в земной, но так как атмосфера Марса намного тоньше, то процентное содержание углекислого газа более высокое (0,2%) по сравнению с 0,03% для Земли. Очевидно, атмосфера Марса состоит, главным образом, из азота. Кислород не обнаружен, но, возможно, он есть в небольшом количестве (не более 0,1% всей атмосферы).

В 1963 году американские ученые Спинрад, Мюнч и Каплан обнаружили в спектре Марса очень слабые полосы водяного пара. Его очень мало. Если этот пар превратить в воду, то вода покрыла бы поверхность Марса слоем всего 0,001 миллиметра. Количество водяного пара в атмосфере в сотни раз меньше, чем в атмосфере Земли.

В 1964 году американская межпланетная автоматическая станция «Маринер-4» передала на Землю по телевидению фотографии двадцати участков поверхности Марса. Эти фотографии были получены с расстояния 12 000 километров от его поверхности.

На фотографиях отчетливо видны кратеры, напоминающие лунные. Их размеры достигают десятков километров. Всего на поверхности Марса, как полагают, несколько тысяч таких кратеров. Даже в самые большие телескопы эти кратеры не видны наблюдателям с Земли. Очевидно, кратеры — результат падения метеоритов на поверхность Марса. Наличие большого количества таких кратеров может означать, что на Марсе никогда не было плотной атмосферы и значительного количества воды.

Что представляют знаменитые марсианские «каналы»? Они были открыты итальянским астрономом Джованни Скиапарелли в 1877 году. Скиапарелли заметил, что полярные «шапки» Марса соединяются с областями экватора сетью прямых линий. Эти линии получили название «каналов». Скиапарелли занимался их изучением многие годы. Правильность сети каналов заставила предположить, что они являются искусственными оросительными сооружениями. Мысль о населенности Марса разумными существами увлекла писателей (Уэллса и других), видных астрономов (в особенности известного американского астронома П. Лоуэлла, выстроившего в штате Аризона (США) обсерваторию для изучения Марса).

Но вряд ли «каналы» — результат деятельности разумных существ. Судя по характерным изменениям поляризации солнечного света при его отражении от поверхности Марса, там возможно существование только микроорганизмов.

Темные полосы, возникающие регулярно на марсианской поверхности, являются, по-видимому, результатом деятельности размножающихся микроорганизмов в те периоды, когда микроорганизмы получают жизненно важную для них воду в виде пара, в которую частично превращается легком полярная шапка Марса.

Вопрос о существовании на Марсе растений остается спорным и в настоящее время. Считавшиеся прежде «морями» темные пятна, видимые на поверхности Марса, очевидно, являются не морями, а сушей. Сезонные изменения окраски «морей» заставили некоторых исследователей думать, что это районы, покрытые растительностью. Но спектральный анализ не об-

наружил признаков хлорофилла, имеющегося у растений Земли. Однако отсутствие хлорофилла еще не является доказательством отсутствия растений — они могут сильно отличаться от земных.

Советский ученый Г. А. Тихов пришел к выводу, что на Марсе есть стелющаяся низкорослая растительность, похожая на мхи и лишайники. Но это предположение Г. А. Тихова является еще спорным и вызвало возражение ученых.

Придет время, и на Марс полетит человек. Проблема «есть ли на Марсе жизнь», конечно, в недалеком будущем будет решена. И если окажется, что на Марсе жизни нет и никогда не было, то в бесконечной Вселенной, несомненно, есть жизнь. Даже скептики допускают, что где-то существует разумная жизнь и, вполне вероятно, достигает даже более высокого развития, чем на Земле.

Древняя астрономия — «наука ночной тишины, сосредоточенного одиночества и острого зрения, наука жрецов, мечтателей и мореходов» сейчас располагает такими замечательными средствами, о которых в прежние времена ученые не могли и мечтать. Астрономия перестала опираться только на результаты наблюдений с Земли. Человек вышел в космическое пространство. И знание поможет людям проникнуть в самые отдаленные глубины Вселенной.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>Великое многообразие мира звезд</b>	
Древняя наука . . . . .	3
Развитие знаний . . . . .	4
Движение «неподвижных» звезд . . . . .	6
Значение открытия спектрального метода исследования . . . . .	7
Если астронома сравнить с другими учеными . . . . .	8
Почему звезды светят . . . . .	10
Звезды очень многообразны . . . . .	12
Диаграмма «Г — Р» . . . . .	13
Кто старше: звезды-гиганты или звезды-карлики? . . . . .	14
Почему гипотеза Рассела неверна . . . . .	17
<b>Как рождаются, развиваются и умирают звезды</b>	
«Болезни»... у звезд? . . . . .	18
Как узнали о переменных звездах . . . . .	19
Переменные звезды . . . . .	20
Невидимые звезды . . . . .	21
Маяки Вселенной . . . . .	24
Космические катастрофы . . . . .	25
Сколько лет звездам? . . . . .	28
Происхождение и развитие звезд . . . . .	29
Звезды в нашей Галактике . . . . .	31
Звезды и галактики . . . . .	34
Сверхзвезды и взрывы ядер галактик . . . . .	37
<b>Зачем человечеству нужна астрономия</b>	38
<b>Современная наука о жизни во Вселенной</b>	
Множество обитаемых миров . . . . .	40
Что скрыто за облаками Венеры? . . . . .	41
«Планета-воин» Марс . . . . .	43

БОРИС ВАСИЛЬЕВИЧ КУКАРКИН,  
ВАЛЕНТИНА ГРИГОРЬЕВНА АСТАХОВА

Редактор *К. К. Габова*  
Худож. редактор *Т. И. Добровольнова*  
Техн. редактор *М. Т. Перегудова*  
Корректор *Р. С. Колокольчикова*  
Обложка *Э. Шоломовой*

---

Сдано в набор 4/IV 1966 г. Подписано к печати 14/VI 1966 г.  
Изд. № 171. Формат бум. 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. л. 1,5. Печ. л. 3,0.  
Уч.-изд. л. 2,70. А 00707. Цена 9 коп. Тир. 79000 экз. Зак. 1468.  
Опубликовано тем. план 1966 г. № 240.

Издательство «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

---

Типография изд-ва «Знание», Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ

Во втором полугодии 1966 г. в издательстве «Знание» в серии «Философия» выйдут следующие работы:

Данилова Л. Н., кандидат философских наук. **Антикоммунистическая сущность теории «открытого общества».**

Автор подвергает критике реакционную теорию «открытого общества», получившую широкую известность в странах Западной Европы и особенно в США.

Тем. план 1966 г. № 104.

Келле В. Ж., доктор философских наук. **Коммунизм и духовный прогресс.**

В работе показывается, что духовный прогресс в условиях строительства коммунизма является необходимым условием и элементом формирования нового человека, всестороннего развития личности.

Тем. план 1966 г. № 107.

Ковальзон, М. Я., доктор философских наук. **Мировоззрение и мораль.**

Рассматривается вопрос о соотношении мировоззрения и морали в ходе строительства коммунистического общества.

Тем. план 1966 г. № 108.

Нарский И. С., доктор философских наук. **Актуальные проблемы марксистской теории познания.**

В брошюре рассматриваются новые проблемы в марксистско-ленинской теории познания, связанные с бурным развитием естествознания в технике, особенно кибернетики и теории информации.

Тем. план 1966 г. № 111.

Петров И. Г., кандидат философских наук. **От опыта — к закону и действию.**

В работе рассказывается о том, каким образом в опыте открываются законы и свойства явлений, создаются новые целесообразные методы и средства практической деятельности людей.

Тем. план 1966 г. № 112.

Фрнш А. С., кандидат философских наук. **Потребности, способности, интересы.**

«От каждого по способностям — каждому по потребностям» — в этой формуле выражены основной принцип коммунизма. В чем же сущность потребностей и способностей личности и какова их взаимосвязь?

На этот вопрос дает ответ автор брошюры.

Тем. план 1966 г. № 115.

На все эти брошюры вы можете подписаться в любом пункте подписки «Союзпечать». Индекс серии—70065, а также приобрести эти книги в магазинах книготоргов, предварительно заказав их по нашему аннотированному плану.