

**ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО
ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ**

**ДОКТОР ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК,
ПРОФЕССОР
П. П. ПАРЕНАГО**

НОВЕЙШИЕ ДАННЫЕ О СТРОЕНИИ ВСЕЛЕННОЙ

Стенограмма публичной лекции,
прочитанной в Центральном лектории
Общества в Москве



ИЗДАТЕЛЬСТВО „ПРАВДА“

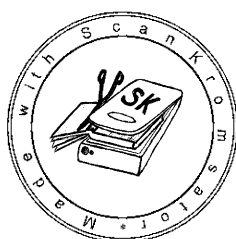
МОСКВА

1948 г.

Доктор физико-математических наук, профессор
П. П. ПАРЕНАГО

НОВЕЙШИЕ ДАННЫЕ О СТРОЕНИИ ВСЕЛЕННОЙ

Стенограмма публичной лекции,
прочитанной в Центральном
лектории Общества в Москве



Scan AAW

Что такое Вселенная

В нашей лекции мы изложим новейшие данные о строении Вселенной. Этими достижениями, полученными в результате упорного и напряжённого труда наших учёных, вправе гордиться вся Советская страна, вся советская астрономия.

Что такое Вселенная? В самом широком смысле слова — это весь окружающий нас мир, то есть вся природа, включая и мельчайшие частицы материи, изучаемые физиками, и огромнейшие звёздные системы, изучаемые астрономами. В обычном же смысле слова мы называем Вселенной взаимодействующую и развивающуюся совокупность небесных тел — планет, звёздных систем и, наконец, систем звёздных систем.

Изучение Вселенной, даже только известной нам её части, является грандиозной задачей. Для того чтобы получить те сведения, которыми мы располагаем в настоящее время, потребовались усилия многих поколений. Следует отметить, что до изобретения телескопа существовало совершенно неправильное представление о строении Вселенной. Лишь с появлением такого мощного орудия для изучения мировых пространств, каким является телескоп, была получена возможность познать небесные тела. Теперь мы знаем, что мировое пространство с находящимися в нём разнообразными небесными телами, включая и нашу Землю, образует единую Вселенную, в которой происходят процессы, обусловленные определёнными законами природы.

Вселенная бесконечна во времени и бесконечна в пространстве. От столетия к столетию астрономы всё глубже проникают в тайны её строения и нигде не находят её конца. Вообще нельзя себе представить, что где-то есть конец, что есть место, за которым нет ничего. Вселенная бесконечна и во времени. Каждая её часть имеет своё начало и конец как во времени, так и в пространстве. Но вся Вселенная бесконечна и вечна, так как она является вечно самодвижущейся материей.

Бесконечность и вечность Вселенной, неисчерпаемое многообразие форм существования материи составляют основу материалистического понимания окружающего нас мира.

Вначале мы отмечали, что нашей целью является изложение новейших данных о строении Вселенной, и поэтому мы позволим

себе опустить сведения, касающиеся устройства нашей солнечной системы. Её строение в основных чертах стало известно более столетия тому назад. В середине системы находится Солнце, являющееся одной из звёзд, а вокруг него обращаются планеты — несколько больших и несколько десятков тысяч малых.

Солнце — это типичная звезда. За последние 20—30 лет выяснилось весьма важное обстоятельство, о котором мы раньше не знали, а именно, что наше Солнце во всех отношениях представляет собой среднюю звезду. Оно является средней звездой по всем своим характеристикам: по своим размерам, массе, плотности, температуре.

Это следует особенно хорошо запомнить, так как в дальнейшем, когда мы будем знакомиться с основными звёздными характеристиками, нам придётся всё время прибегать к сравнению с Солнцем.

Межзвёздные расстояния и движения звёзд

Первое затруднение, с которым мы сталкиваемся при ознакомлении с современной картиной строения Вселенной, связано с тем, что у нас нет подходящей наглядной мерки для того, чтобы представить себе расстояния в мировом пространстве. Все меры длины, с которыми мы встречаемся в обыденной жизни, начиная от миллиметров и кончая километрами, непригодны для астрономов. Про последних обычно говорят, что они любят «астрономические числа». Но это неверно. Астрономы не так уж привержены к числам, которые изобилуют огромным количеством цифр, а предпочитают вводить такие единицы измерения, с помощью которых рассматриваемые величины изображаются малыми числами.

Весьма удобной единицей измерения расстояний в мировом пространстве является «световой год». Он равен расстоянию, которое пробегает в течение года луч света, двигаясь со скоростью 300 000 километров в секунду. Это $9\frac{1}{2}$ биллионов километров.

Расстояние от Земли до Луны луч света пробегает в течение одной с третьей секунды. От Солнца до Земли он идёт 8 минут 18 секунд, а до отдалённой планеты Плутона — 5 часов 30 минут. Эти числа дают нам представление о расстояниях в нашей солнечной системе. В то же время до ближайшей от нас звезды Альфы Центавра луч света проходит за 4 года 3 месяца и 20 дней. Это расстояние является типичным расстоянием между соседними звёздами в окрестностях Солнца. Оно даёт представление, насколько велики расстояния в звёздном мире.

В астрономии существует также термин «звёздная плотность»; её следует отличать от плотности самых звёзд. Звёздная плотность — это число звёзд в единице объёма пространства. Она показывает, как плотно распределены звёзды в пространстве. В окрестностях Солнца звёздная плотность такова,

что на куб со стороны в 10 световых лет приходится лишь 3 звезды.

Звёзды двигаются относительно друг друга со скоростью нескольких десятков километров в секунду. Для сравнения напомним, что скорость полёта пули нагана в начале движения составляет всего 250 метров в секунду, а артиллерийского снаряда — несколько километров в секунду. Такая скорость кажется нам громадной. Поэтому, исходя из обычных представлений о скорости движения, обычно считают, что звёзды несутся в мировом пространстве с головокружительной быстротой.

Но скорость их движения нужно считать одновременно и большой и малой, в зависимости от того, с какой точки зрения к ней подходить. Скорость Солнца относительно своих соседей — звёзд — равна 20 километрам в секунду. Сравним эту скорость с диаметром Солнца, который составляет 1 400 000 километров, и мы увидим, что оно проходит длину своего поперечника приблизительно за сутки. Всякий согласится, что если какой-либо предмет проходит свою длину за одни сутки, то скорость его движения трудно назвать большой, а тем более головокружительной. Этот подсчёт даёт нам понятие одновременно и о быстрой, и о медленности звёздных движений, и о грандиозности размеров звёзд.

Правильное представление о расположении и движении звёзд в пространстве можно получить из следующего примера. Вообразим две вишни, одна из которых находится в Москве, а другая в Туле, причём они движутся так, что каждая из них проходит свой поперечник в течение суток. Расположение, размеры и скорость движения этих вишен передают в уменьшенном масштабе расстояния в звёздном мире, размеры звёзд и относительные скорости их движения.

Светимость звёзд

Звёзды представляются нам слабо светящимися точками. В действительности же сила их света огромна. Удобнее всего сравнивать силу света звёзд с силой света Солнца. Мы знаем, что солнечная сила света велика. Освещённость, создаваемая Солнцем на земной поверхности, равна приблизительно 100 000 люксов¹. Если известно расстояние до какой-либо звезды, то можно рассчитать, чему равняется её сила света, или светимость (светимостью называют полное количество света, излучаемое всей звездой по всем направлениям). Оказывается, что звёзды очень сильно отличаются по своей светимости друг от друга.

Самая яркая звезда — это звезда S в южном созвездии Золотой Рыбки. Её светимость в 400 000 раз превосходит светимость Солнца. Самая слабая звезда — спутник одной из соседних с

¹ Люкс — единица освещённости какой-либо поверхности. Это освещённость, создаваемая одной свечой на расстоянии одного метра.

нами звёзд № 21258 (по каталогу Лаланда). Светимость этой звезды-спутника равна одной миллионной доли солнечной светимости. Если изобразить звезду S из созвездия Золотой Рыбки в виде мощного прожектора, то спутник звезды Лаланд № 21258 окажется в тысячу раз слабее светлячка. Солнце при этом можно уподобить свече. Оно является звездой средней светимости.

Звёздные температуры

Температуры поверхностей звёзд также весьма разнообразны. Мы уже указывали, что солнечная светимость находится посередине между самой большой и самой малой. Такая же картина наблюдается и в отношении температуры. Температура солнечной поверхности равна 6000° . В то же время поверхности самых горячих звёзд раскалены до $100\,000^{\circ}$, а поверхности самых холодных из известных нам пока звёзд имеют около 1000° . Эти холодные звёзды, ставшие известными несколько лет тому назад, «светят» инфракрасными лучами.

Сотрудник Государственного астрономического института имени Штернберга Л. Н. Радлова, занимающаяся фотографированием звёзд в инфракрасных лучах, получила очень интересные данные. Оказывается, таких звёзд не так мало, но пока мы ещё не имеем точной оценки их числа. Такую оценку мы получим через некоторое время, когда будет закончена обработка наблюдательного материала.

Температура и светимость определяют поток живительного света и тепла, который идёт от нашего Солнца и от звёзд. Интересно сделать такое сопоставление: если бы на месте Солнца находилась звезда S из созвездия Золотой Рыбки, то температура на поверхности Земли поднялась бы до 7000° . А если бы на месте Солнца находился спутник звезды Лаланд № 21258, то в этом случае даже на экваторе получалось бы столько же тепла, сколько от костра, находящегося на расстоянии 10 километров.

Массы, размеры и плотности звёзд

По массе звёзды не так различны, как по всем другим характеристикам. Самая массивная звезда в 100 раз массивнее Солнца, а самая немассивная имеет массу порядка 0,1 солнечной. Солнце обладает примерно средней массой, и в этом отношении оно также является типичной средней звездой.

По своим размерам звёзды отличаются очень сильно. Наибольшими поперечниками обладают красные и инфракрасные звёзды с низкой температурой поверхности ($2000\text{—}1500^{\circ}$ и холоднее).

Самая большая из известных нам звёзд — это звезда VV в созвездии Цефея, радиус которой в 2300 раз больше радиуса Солнца. Если внутри этой звезды поместить солнечную систему,

то наше Солнце заняло бы крошечное место в её центре. Внутри этой звезды оказались бы также и все планеты, до Сатурна включительно, хотя известно, что Сатурн обращается вокруг Солнца по орбите, в 10 раз большей, чем земная.

Самая маленькая из известных нам звёзд в 2 раза меньше нашей Земли по своему поперечнику. Эта звезда-карлик чрезвычайно сильно нагрета: температура её поверхности достигает нескольких десятков тысяч градусов. Плотность её необычайно велика, а у первой гигантской звезды она необычайно мала.

Уговоримся для краткости не писать нулей после значащих цифр или перед ними и тем сокращать свои записи. Вместо того чтобы писать число 36 000 000, мы будем писать $36 \cdot 10^6$. Это число изображает среднюю плотность самой плотной и маленькой из известных нам звёзд (она выражена в единицах плотности воды). Средняя плотность звезды VV Цефея будет 10^{-8} — это значит 0,00000001.

Первая звезда имеет исключительно тяжёлое вещество. Мы с трудом могли бы поднять с земли булавочную головку подобного вещества. Вещество второй звезды, наоборот, чрезвычайно лёгкое. Вообразим большую, совершенно пустую комнату (без воздуха); одним только выдохом мы наполнили бы её воздухом такой примерно плотности, какова средняя плотность вещества этой звезды. Средняя плотность Солнца составляет 1,4.

В звёздном мире встречаются звёзды самой различной плотности — от $36 \cdot 10^6$ до 10^{-8} . Таковы плотности вещества в звёздном состоянии.

Но есть вещества и в другом, резко отличном состоянии: рассеянном, или диффузном. Между рассеянным и звёздным состояниями пока ещё не обнаружено непрерывного перехода. Вещества в рассеянном состоянии (о них будет речь дальше) обладают плотностью 10^{-20} до 10^{-27} , так что они приблизительно во столько же раз разреженнее самых разреженных звёзд, во сколько раз эти звёзды разреженнее самых плотных.

Галактика — гигантская звёздная система

Звёзды во Вселенной объединены в гигантские звёздные системы, называемые галактиками. Звёздная система, в составе которой как рядовая звезда находится наше Солнце, называется Галактикой (с большой буквы), или Млечным путём. Это название происходит оттого, что серебристая полоса Млечного пути, видимая нами в безлунные ночи, состоит из огромного количества слабых, далёких звёзд, сливающихся для глаза в сплошное сияние. Фотографические снимки позволяют разложить полосу Млечного пути на отдельные звёзды. Эти далёкие, слабые звёзды и образуют собою его главную составную часть. Если бы мы могли перенестись на какую-нибудь из этих слабых звёзд, то увидели, что окрестные звёзды как бы раздвинулись и образовали звёзд-

ное небо, похожее на наше звёздное небо, но состоящее из других звёзд. Звёзды же в покинутых нами окрестностях Солнца мы бы увидели сдвинувшимися и слившимися в серебристое сияние Млечного пути.

По последним данным и расчётам, произведённым автором в Москве и Агекяном в Ленинграде в конце 1947 года, наша Галактика состоит приблизительно из 150 миллиардов звёзд, причём мы уверены, что в этих подсчётах ошибаемся не более чем вдвое. Это число определено разными способами, и отдельные определения удовлетворительно сходятся друг с другом. Таким образом, количество звёзд в нашем звёздном городе — Галактике — огромно: оно в несколько десятков раз превосходит число людей на Земле.

Тёмные и светлые туманности

Кроме звёзд в состав Галактики входит ещё рассеянная материя, которая, как уже было упомянуто выше, представляет собой чрезвычайно разреженное вещество. Есть два сорта этого рассеянного вещества: межзвёздный газ, с плотностью около 10^{-26} , и межзвёздная пыль. Последняя обнаружена не так давно, и расчёты её свойств производились преимущественно в двух

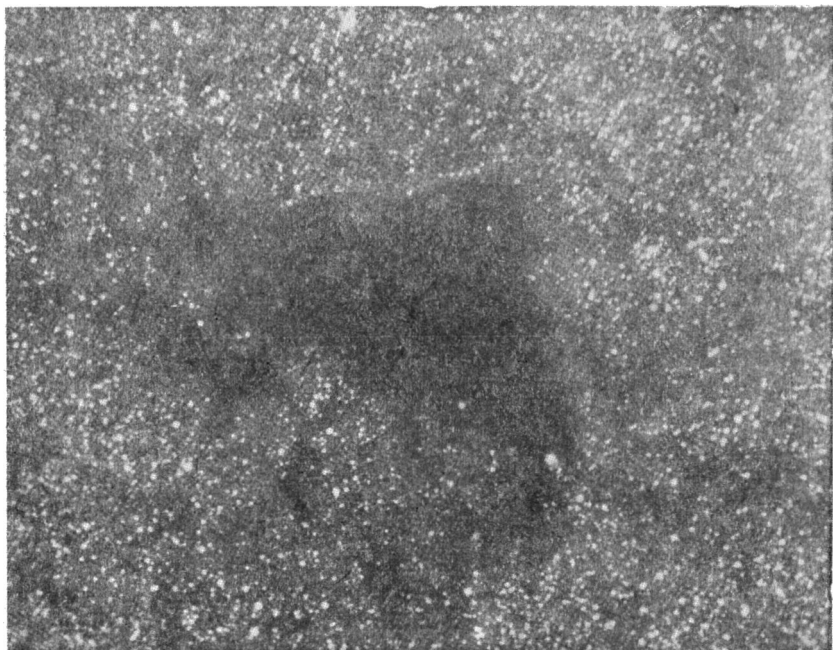


Рис. 1.

странах: у нас и в Голландии. Собственно говоря, межзвёздная пыль представляет собой вовсе не пыль. Трудно назвать пылью частицы, имеющие размер 10^{-5} сантиметра; пылью мы привыкли называть частицы размером в несколько сотых или десятых долей миллиметра. Частицы же размером порядка 10^{-5} сантиметра в физике называются дымом. Так, например, табачный дым состоит приблизительно из частиц такого размера. Межзвёздный «дым» настолько разреженно распределяется в пространстве, что его плотность составляет от 10^{-22} до 10^{-26} . Эта межзвёздная пыль, как доказано членом-корреспондентом Академии наук СССР и



Рис. 2.

президентом Армянской академии наук В. А. Амбарцумяном и рядом других советских учёных, собрана в облака размером порядка 10 световых лет. В среднем каждое такое пылевое облако поглощает около 25% проходящего сквозь него света. Стало быть, луч света 10 лет путешествует внутри такого облака и за это время теряет только 25% своей интенсивности.

На рисунке 1 показана тёмная рассеянная материя. Тёмные прогалины на звёздном фоне раньше считались дырами в звёздном облаке. Но разными методами установлено, что это не дыры, а поглощающее свет вещество — так называемые тёмные туманности.

Кроме тёмных туманностей существуют ещё и светлые туманности. На рисунке 2 можно увидеть и тёмную туманность и светлую туманность.

Почему же иногда туманности бывают светлыми, а иногда тёмными? Выяснилось, что светлыми они бывают оттого, что их освещают близлежащие звёзды, причём это всегда бывают звёзды-гиганты с большой светимостью, вроде S Золотой Рыбки. Они освещают пылевые туманности, находящиеся от них на расстоянии в несколько десятков световых лет, и притом настолько сильно, что современные телескопы регистрируют это освещение в виде световых туманностей (рис. 3).

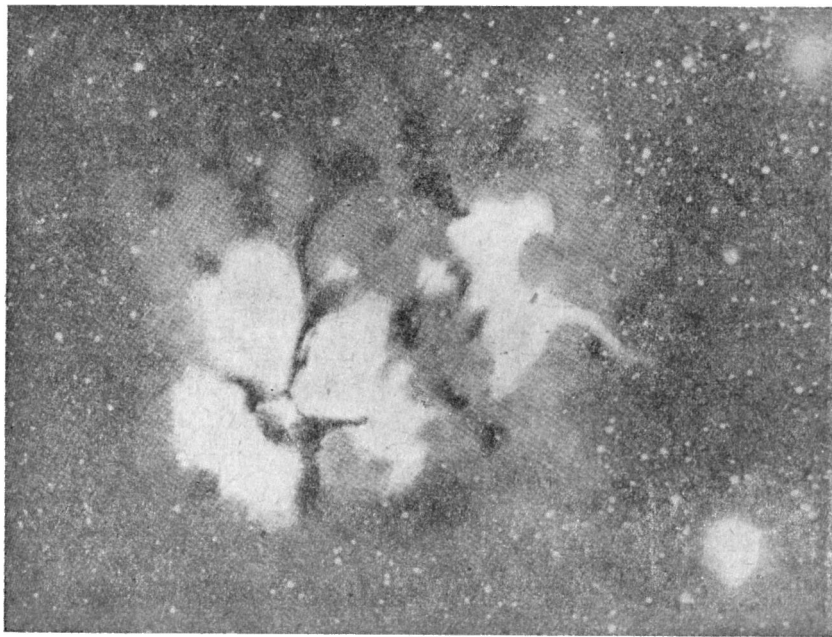


Рис. 3.

Светлые туманности бывают не только пылевыми. Известны и газовые туманности, которые также светятся под действием освещения их близлежащими звёздами.

На светлом фоне туманности, фотография которой приведена на рисунке 3, видны маленькие чёрные пятна, имеющие приблизительно круглую форму. Их называют глобулами (по-русски это значит «шарик»).

На глобулы обратили внимание лишь в 1946 году. Они являются тёмными туманностями, но только очень маленькими: размером порядка нескольких световых дней, а не десятков световых

лет, как обычные тёмные туманности. Есть основания считать, что глобулы представляют собою звёзды в периоде их зарождения, так как некоторые расчётные данные заставляют думать, что звёзды происходят путём концентрации, сгущения, рассеянной материи. Поглощение света в глобулах составляет уже не 25%, как у тёмных туманностей, а 95% и даже 99%. Звёзды же являются совершенно непрозрачными.

На небе встречаются также и светлые туманности округлой формы (рис. 4). Их называют планетарными туманностями. В них всегда видна маленькая центральная звёздочка, окружённая



Рис. 4.

туманной материей. По определению профессора Б. А. Воронцова-Вельяминова, температура центральных звёзд планетарных туманностей составляет обычно от 35 000° до 60 000°. Центральная звёздочка всегда очень горячая; и потому большая часть её излучения относится к далёкой, недоступной наблюдениям ультрафиолетовой области спектра. В действительности она обладает огромным излучением и лишь на фотографиях выходит слабой.

Планетарные туманности состоят из газов, выброшенных центральными звёздами в период, когда они, может быть, ярко вспыхивали в виде «новых» звёзд. Однако рассмотрение «новых» звёзд выходит за рамки настоящей лекции.

Итак, наша Галактика есть колоссальный звёздный город со 150-миллиардным звёздным населением, включающий в себя также примерно 100 миллионов тёмных и светлых пылевых туманностей, несколько десятков тысяч планетарных туманностей, тысячи светлых газовых туманностей. Кроме того в ней находится несколько десятков тысяч различных звёздных скоплений.

Таков состав Галактики, согласно подсчётам, сделанным в прошлом году в Москве.

Строение Галактики

Всё, что мы рассказали выше, было посвящено строению того, из чего состоит Галактика. Сейчас мы переходим к вопросу о строении самого звёздного города.

Ещё 15—20 лет назад наша Галактика представлялась нам довольно простой. Говорили, что она является весьма плоским образованием, похожим, если глядеть на неё сбоку, на карманные часы, а если глядеть плашмя,— на спиральную туманность. На самом же деле оказалось, что её строение много сложнее.

Прежде всего были уточнены данные о размерах Галактики. Теперь известно, что Солнце находится не в центре и не с краю Галактики, а почти посередине между центром и краем. Расстояние от Солнца до центра Галактики составляет около 25 000 световых лет, а до её края — около 15 000 световых лет. Поперечник всей Галактики в её основной (галактической) плоскости составляет, следовательно, около 80 000 световых лет. К центру Галактики звёздная плотность (то есть число звёзд в единице объёма) увеличивается, а к окраинам убывает: звёзды попадают всё реже и реже и, наконец, практически перестают попадаться.

Когда в 1927 году было открыто вращение Галактики, то сперва казалось, что все звёзды принимают участие во вращении одинаковым образом. Впоследствии выяснилось, что это не так. Было обнаружено (преимущественно в работах Московской звёздно-астрономической школы), что Галактика состоит из значительного числа (вероятно, не менее десятка, а может быть, и больше) отдельных подсистем, взаимно проникающих друг в друга, но обладающих разной степенью сжатия и разной скоростью галактического вращения. Есть группы звёзд, образующие весьма уплощённые, блиноподобные подсистемы, которые вращаются вокруг галактического центра с очень большой скоростью — до 250 километров в секунду (на солнечном расстоянии от галактического центра).

Существуют другие звёзды, которые обладают не плоским, а почти что шаровым распределением в Галактике. Они чрезвычай-

но медленно обращаются вокруг галактического центра. В Москве были обнаружены даже такие звёзды, которые обращаются в сторону, противоположную общему вращению Галактики. Это напоминает кометы в солнечной системе, среди которых большинство движется в одну и ту же, а некоторые — в обратную сторону. В работах московских астрономов детально изучены плотности каждой отдельной подсистемы и скорости галактического вращения в различных точках Галактики и обнаружены определённые закономерности. Эти закономерности могут быть выведены теоретически, и согласие с наблюдениями оказывается превосходным.

Здесь мы подходим к чрезвычайно важному вопросу о происхождении звёздных подсистем и всей Галактики. Этот вопрос по-настоящему поставлен лишь в Советском Союзе трудами многих астрономов. Предстоит ещё большая черновая работа, и лишь после её завершения мы будем обладать более или менее надёжными данными. Пока мы можем сказать, что есть очень веские основания предполагать, что звёзды, образующие плоские, блиноподобные распределения, довольно молоды. Молодость в данном случае — понятие относительное: их возраст заключается в пределах от 10^7 до 10^9 и меньше лет. Звёзды же, образующие шаровые подсистемы, обладают значительно бóльшим возрастом: от 10^{10} до 10^{12} лет. Стало быть, ответ на вопрос о том, как произошла Галактика, будет различным в зависимости от того, о каких составных частях её идёт речь. Такой же ответ нужно дать и на вопрос о возрасте звёзд.

Мы находимся в процессе решения этих сложных вопросов. Если 10—15 лет назад мы должны были говорить, что этого не знаем и неизвестно, когда узнаем, то сейчас наши учёные уже вплотную подошли к решению этого вопроса. Пройдёт небольшое число лет, и вопрос будет разрешён.

Источники звёздной энергии

Почему Солнце светит? Почему оно давным-давно не погасло? Почему оно продолжает светить примерно так же, как светило, судя по свидетельству геологов, миллиард лет назад, как оно светило, судя по остаткам растительной жизни на Земле, полмиллиарда лет назад?

Может быть, оно просто-напросто горит? Как известно, горение — это процесс соединения какого-либо «горючего» вещества с кислородом. Если бы Солнце состояло из каменного угля, то оно, излучая так много тепла, должно было бы сгореть нацело в несколько тысяч лет. Значит, Солнце совсем не горит.

Около 10 лет назад было установлено, что в Солнце, как и вообще в звёздах, происходят ядерные реакции. Эти реакции дают такое количество энергии, что солнечного гепла хватит ещё на миллиарды лет. Каким же образом это узнали? Для этой

цели берут данные наблюдения: масса, радиус Солнца, излучение с единицы его поверхности (сколько калорий тепла излучает каждый квадратный метр солнечной поверхности) и, прилагая законы и уравнения физики, оправдывающиеся полностью во всех земных опытах, ведут постепенно, шаг за шагом, расчёты в глубину Солнца. Таким путём мы находим, как там распределяется плотность, давление, температура. Выяснилось, что в недрах Солнца температура — приблизительно 20 миллионов градусов. При этой температуре могут протекать только немногочисленные ядерные реакции. Расчёты показали, что наблюдаемое излучение Солнца можно объяснить только одной реакцией, при которой путём сложных промежуточных преобразований получается гелий из водорода.

В работе московского астрофизика-теоретика А. Г. Масевич, законченной совсем недавно, вычислено, что не у всех звёзд условия в центре одинаковые, что в недрах некоторых звёзд возможна и другая реакция, а именно — реакция образования тяжёлого водорода. Эта реакция является источником энергии у красных звёзд-карликов.

Итак, оказывается, что у разных звёзд, по-разному распределённых в Галактике, с шаровым или плоским пространственным распределением, действуют разные источники атомной энергии, разные реакции. Значит, происхождение этих звёзд, этих подсистем действительно различно. Мы видим, как звёздно-астрономические и астрофизические результаты здесь смыкаются и дают не противоречащие, а подкрепляющие друг друга выводы.

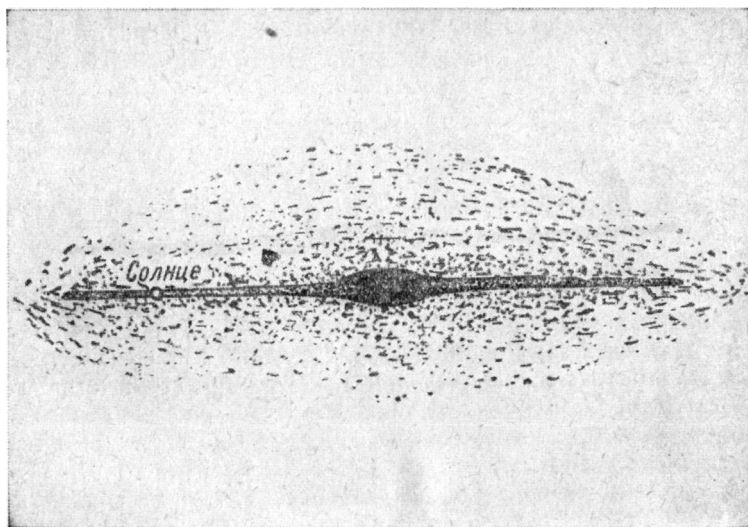


Рис. 5.

Ещё о строении Галактики

На рисунке 5 изображена схема строения нашей Галактики. Вдоль галактической плоскости тянется блиноподобная составляющая Галактики, а в обе стороны от неё распространяется шаровая составляющая. Схематически изображены и промежуточные подсистемы.

На рисунке 6 представлены результаты расчётов доктора физико-математических наук Б. В. Кукаркина для шаровой составляющей Галактики. Солнце изображено маленьким кружком, звёздная плотность около которого принята равной единице. На лево и направо от Солнца видны два сгущения. Вероятно, они являются сечением спиральных ветвей плоскостью чертежа. Оказывается, целый ряд загадок разрешается, если мы представим себе такое спиральное строение. Недавно мне удалось вывести уравнения спиральных ветвей Галактики. Это первая и, вероятно, ещё не вполне совершенная попытка уточнить структуру Галактики, но то, что Галактика является спиральной,— в этом сейчас трудно сомневаться.

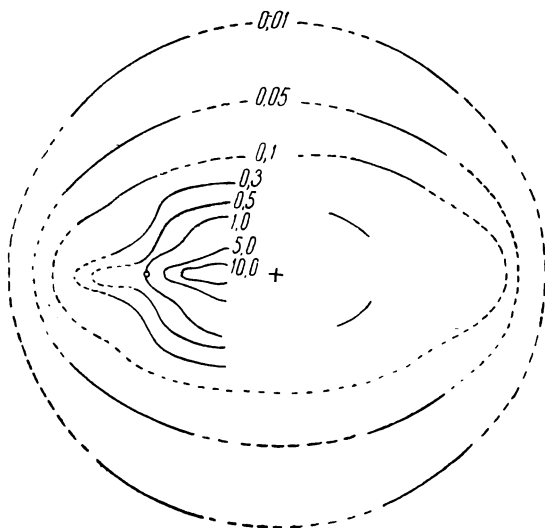


Рис. 6.

В шаровую подсистему Галактики входят переменные звёзды некоторых определённых типов, затем звёзды пониженной светимости и, наконец, шаровые звёздные скопления, названные так по их шаровой форме. Если бы мы могли с вами очутиться где-либо внутри шарового скопления, то нам представилось бы очень красивое звёздное небо. На этом небе можно было бы насчитать несколько сот звёзд первой величины, в то время как с Земли видно только 20 таких звёзд.

Другие звёздные системы-галактики

В 1924 году было обнаружено, что, кроме нашей Галактики, имеются другие галактики, другие звёздные системы, другие звёздные города. Если пристально рассмотреть в лупу фотографию одной из далёких малых галактик, то на ней видны спиральные ветви. Сквозь светлые точки, изображающие отдельные звёзды, принадлежащие нашей Галактике, в далёкой глубине видна другая звёздная система. Глядя из леса на какой-нибудь другой соседний лесной остров, мы видим его среди деревьев нашего леса; так и здесь среди наших звёзд мы видим далёкую от нас галактику.



Рис. 7.

Можно думать, что строение нашей Галактики довольно близко напоминает строение спиральной туманности в созвездии Большой Медведицы. Судя по математическим уравнениям этой спирали и по тому уравнению, которое было получено для нашей Галактики, между ними имеется большое сходство. Если мы, глядя на рисунок 7, вообразим себе, что Солнце находится несколько ближе к краю, чем к центру, и расположено в промежутке между двумя спиральными ветвями, то мы получим приблизительно пра-

вильное представление о строении нашей Галактики, наблюдаемой извне и о месте, занимаемом Солнцем.

Спиральная туманность в созвездии Гончих Псов (рис. 8) представляет собой такую галактику, на которую наша Галактика вряд ли может быть похожа. У этой галактики слишком толстые ветви, а у нашей Галактики ветви, повидимому, тоньше.



Рис. 8.

Галактики распределяются в пространстве несравненно более тесно, чем звёзды в нашей Галактике (в окрестностях Солнца). Если мы хотим изобразить среднее расстояние между галактиками, по сравнению с их собственными размерами, то нам надо представить себе две тарелки, находящиеся одна от другой на расстоянии около полутора метров. (Вы помните, что звёздные размеры и расстояния между звёздами в окрестностях Солнца мы сравнивали с двумя вишнями, находящимися одна в Москве, а другая в Туле.)

Можно привести сильно уменьшенную модель Вселенной, которая поможет представить размеры различных астрономических систем. Возьмём расстояние от Земли до Солнца равным 1 мм. Тогда Солнце изобразится маленькой пылинкой, диаметром в 10 микронов, а Земля будет иметь диаметр всего лишь 0,1 микрона. Расстояние от Солнца до Плутона составит 4 сантиметра, а вся солнечная система будет занимать 8 сантиметров. Ближайшая звезда окажется на расстоянии 275 метров. Диаметр нашей Галактики будет 5000 километров. Ближайшая крупная спиральная туманность в созвездии Андромеды будет находиться на расстоянии 40 000 километров, а самая далёкая галактика, известная ныне, поместится на расстоянии 40 миллионов километров.

Сделаем ещё одно сопоставление. Возраст земной коры составляет около 3 миллиардов лет, возраст жизни на нашей Земле — около миллиарда лет; со времени возникновения человека на Земле прошло около 500 тысяч лет, со времени зарождения астрономии — около 5000 лет (из китайских летописей известно о двух китайских астрономах — Хи и Хо, которые в 2220 году до нашей эры не предсказали своевременно солнечного затмения, за что им отрубили головы); телескопическая астрономия насчитывает 338 лет (с 1610 года, когда Галилей впервые направил на небо свой крошечный телескоп), и, наконец, современному представлению о строении Вселенной всего около 20 лет. Всё это мы могли бы выразить в галактических годах.

Наше Солнце, принадлежащее к одной из плоских галактических подсистем, вращается вокруг центра Галактики со скоростью около 250 километров в секунду и делает один оборот за 180 миллионов лет. Примем этот промежуток времени за галактический год. Как известно, за обычный год у нас принимается период, в течение которого Земля обращается вокруг Солнца. За галактический год мы берём период, в течение которого Солнце обращается вокруг галактического центра. В таком случае мы можем этот год раздробить по примеру обыкновенных лет на 365 галактических суток и, далее, галактические сутки — на галактические часы, минуты и секунды. Тогда мы найдём, что возраст земной коры равен 16 годам, возраст жизни на Земле — 5 годам, существование человека на Земле — 1 суткам, существование астрономии — 15 минутам, телескопической астрономии — 1 минуте, а современное представление о Вселенной насчитывает всего только 4 секунды.

Если восстановить историю того, что происходит, когда мы наблюдаем предельно далёкую из известных нам галактик, которая находится от нас на расстоянии 500 000 000 световых лет, то получится следующая картина: 500 000 000 лет назад от этой галактики вышел луч света и помчался к нам со скоростью 300 000 километров в секунду. Первые 0,999 своего пути он двигался к Земле, на которой ещё не было человека, и только тогда, когда он, образно говоря, уже подходил к самой Земле,

на ней вспыхнула человеческая жизнь, возникла астрономия, был построен телескоп и, наконец, была сделана фотографическая пластинка, зарегистрировавшая этот луч.

В настоящее время известно около 100 000 000 галактик. Наиболее далёкие из них находятся от нас на расстоянии почти 500 000 000 световых лет, и пока незаметно какого-либо систематического изменения плотности их распределения с расстоянием (наряду с этим имеются весьма большие местные колебания плотности). Если бы в нашей Галактике мы должны были ограничиться только ближайшими окрестностями Солнца, то и в этом случае не заметили бы никакого систематического изменения звёздной плотности, а нашли бы лишь значительные местные изменения её. С другой стороны, мы знаем, что в центре Галактики звёздная плотность приблизительно в 100 раз больше около-солнечной плотности и что к периферии звёздная плотность падает. Вероятно, в мире галактик тоже существует систематическое изменение плотности. Однако мы знаем слишком мало и исследовали галактики на слишком малых расстояниях (учитывая, что для галактик 500 000 000 световых лет — это маленькое расстояние). Несомненно, что с развитием мощных астрономических телескопов должен встать вопрос о строении метagalaktiki (так называют мир галактик — систему, составными частями которой являются галактики). Здесь мы вступаем на путь фантазий, но можно думать, что за нашей метagalaktikой имеются другие метagalaktiki, объединённые в какие-то сверхметagalaktiki. Материя неисчерпаема как в сторону вечно большого, так и в сторону вечно малого мира.

Между тем за рубежом встречаются некоторые псевдоучёные, полагающие, что Вселенная конечна. Однако советские учёные показали, что подобный вывод неправилен и имеет своим основанием идеалистическое, реакционное мировоззрение.

Формально вывод о конечности Вселенной получается у зарубежных астрономов в результате того, что они исходят из неправильного предположения о строго постоянной, неизменной плотности распределения галактик (так называемая «однородная Вселенная»). На самом же деле исследованную нами часть метagalaktiki ни в коем случае нельзя считать однородной: в ней наблюдаются скопления галактик, с одной стороны, и большие разрежения — с другой. Теория неоднородной Вселенной, развитая советскими учёными, не ставит никаких пределов размерам Вселенной. Строение Вселенной, вероятно, таково, что с ростом мощи телескопов мы обнаружим систематические изменения плотности в метagalaktике, обнаружим, что та метagalaktika, в состав которой входит наша Галактика, имеет ограниченные размеры, и найдём и исследуем другие метagalaktiki. Вселенная бесконечна, и мы будем, совершенствуя методы наших исследований, всё дальше и дальше углубляться в неё, нигде не обнаруживая её конца.

ПЛАН ЛЕКЦИИ

	Стр.
Что такое Вселенная	3
Межзвёздные расстояния и движения звёзд	4
Светимость звёзд	5
Звёздные температуры	6
Массы, размеры и плотности звёзд	6
Галактика — гигантская звёздная система	7
Тёмные и светлые туманности	8
Строение Галактики	12
Источники звёздной энергии	13
Ещё о строении Галактики	15
Другие звёздные системы-галактики	16

Редактор — кандидат физико-математических наук **Б. Ю. ЛЕВИН.**

А 05443.

Тираж — 55 000 экз.

Заказ № 1733.

Типография газеты «Правда» имени Сталина. Москва, улица «Правды», 24.

Цена 60 коп.