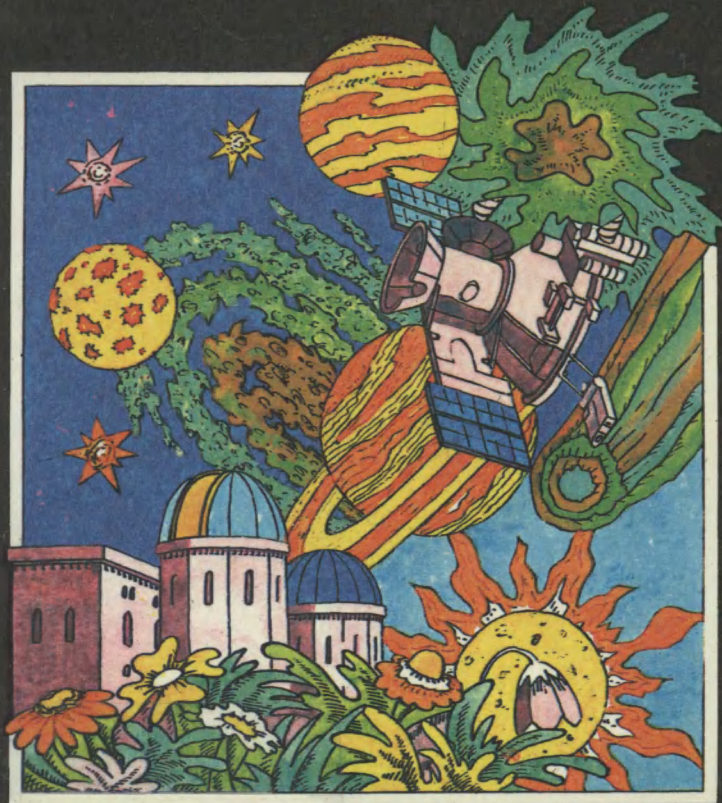


В.А. Амбарцумян

\*ученые\*  
**ДЭ**  
школьники\*

# Загадки Вселенной





**ВИКТОР АМАЗАСПОВИЧ АМБАРЦУМЯН** — выдающийся советский астрофизик, академик, Президент Академии наук Армянской ССР, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных премий СССР, директор Бюраканской астрофизической обсерватории АН Армянской ССР. Родился в 1908 г. В 20 лет окончил физико-математический факультет Ленинградского университета. В двенадцатилетнем возрасте выступил с первой публичной лекцией о проблеме обитаемости планет. В. А. Амбарцумян — основоположник советской школы теоретической астрофизики. Им созданы основы аналитической теории переноса излучения,

разработан механизм ультрафиолетового излучения звезд и туманностей, введены основные принципы статистической механики и динамики звездных систем, предложены методы определения электронных температур и масс галактических туманностей, выдвинуты представления о процессах звездообразования и об активности ядер галактик и другие научные идеи. Он — автор ряда основополагающих работ по математике и физике.

В. А. Амбарцумян в течение нескольких лет был президентом Международного астрономического союза, возглавлял Международный совет научных союзов. Почетный член более 20 иностранных академий наук.

**В. А. Амбарцумян**

Библиотечка  
Детской  
энциклопедии



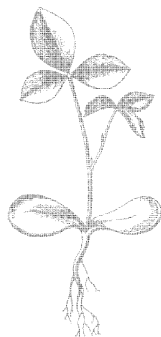
# Загадки Вселенной

Редакционная коллегия:

*И. В. Петрянов*  
(главный редактор),  
*И. Л. Кнунянц,*  
*А. Л. Нарочницкий*



Москва  
«Педагогика» 1987



Scan AAW

**ББК 22.63  
А61**

**Рецензенты:**

доктор физико-математических наук  
*А. М. Фридман,*  
кандидат физико-математических наук  
*Н. П. Ерпылев*

**Литературная запись Ю. П. Скальского**

**Амбарцумян В. А.**

**А61 Загадки Вселенной. — М.: Педагогика, 1987. — 112 с.: ил. — (Б-чка Детской энциклопедии «Ученые — школьнику»).**  
**30 коп.**

В книге известного советского ученого, дважды Героя Социалистического Труда В. А. Амбарцумяна в увлекательной форме рассказывается о современных исследованиях Вселенной, которые проводят советские ученые, о науке астрофизике, изучающей огромный и необозримый мир звезд и звездных систем, о строении и ядерной жизни галактик и их эволюции.

Для старшеклассников.

**А 4802020000-031**  
**005(01)-87 73-86**

**ББК 22.63**

© Издательство «Педагогика», 1987

Ведь каждый день пред нами солнце  
ходит,  
Однако ж прав упрямый Галилей.

*А. С. Пушкин*

## Вступление

За долгую жизнь в науке мне много раз в самых различных аудиториях доводилось отвечать на вопросы о сути и назначении астрономии как одной из дисциплин человеческого познания. И особый интерес неизменно отмечал я у тех, кто стоял перед выбором — кем быть, какому из устремлений отдать предпочтение, как не ошибиться в своем призвании.

В этой книге я хочу рассказать о науке, которой я посвятил всю свою сознательную жизнь. Глубокий и всеобъемлющий интерес к ней зародился, видимо, на самой заре человечества. Да и как же иначе? Бросив однажды осмысленный взгляд на ночное небо, наш далекий предок уже не мог не пытаться как-то понять и объяснить увиденную там величественную картину загадочного сияния тысяч звезд. А какое объяснение мог он дать тогда этому хотя спокойно, но вместе с тем и тревожащему душу миру звезд? Конечно, мистически-фантастическое, какое давал он и всей окружающей его природе.

В толковании картины звездного неба все народы прошли через этап мифотворчества, когда наиболее характерные, отчетливые группировки ярких звезд (созвездия) связывались с именами легендарных героев или богов, обожествленных животных, с эпизодами их фантастической жизни. И это совершенно закономерно, ибо только так — сопоставлением с тем кругом понятий, предметов, которые окружали людей в быту или были объектами верований, — мог-

ли они приблизить к себе звездный мир, сделать его в каком-то смысле доступным для понимания, примирить себя с ним, заглушить свой страх. Более того, именно с дневным светилом — Солнцем — древние люди связывали свои радости и беды. Конечно же не случайно, ибо еще на заре цивилизации была отмечена определенная связь времен года с положением Солнца среди звезд или с определенным расположением созвездий на небосводе.

История донесла до нас много данных о представлениях звездочетов древней, дохристианской эпохи. После принятия христианства все языческие верования и толкования подвергались жесточайшим гонениям официальной церкви, но даже и она до конца не смогла искоренить их в изустном фольклорном народном творчестве. Солнце, Луна, планеты, звезды и созвездия в опоэтизированных образах кочуют из былины в былинку, из сказки в сказку. В этой веками создаваемой сокровищнице — мечта людей о царстве добра и красоты, представления об эстетических и социальных идеалах, о мироздании, это подлинный кладезь словотворчества, мудрости народа. Например, славянам Вселенная представлялась состоящей из трех частей: верхнего неба, земли и нижнего неба, т. е. подземно-подводного мира. Причем попасть туда героям бывает подчас и не так уж сложно: достаточно хорошенько прищпорить коня, чтобы он повыше взвился, или вырастить росток из «богатырской» горошины, а то и просто... прыгнуть в колодец. Дневное и ночное светила, звезды, звери, травы, люди — все здесь самым причудливым образом переплетается в едином словесном узоре.

Фольклор создавал и свои художественные символы для выражения космических явлений и представлений; впоследствии многие из них органично вошли в такие шедевры литературы, как бессмертное «Слово о полку Игореве», как изумительная по

поэтичности и точности отражения народного мирозерцания сказка П. П. Ершова «Конек-горбунук», в известную картину В. М. Васнецова «Три царства» — фантазия художника создавала ее по фольклорным мотивам.

У всех народов особым вниманием пользовались, естественно, те созвездия, которые состоят из относительно ярких, по сравнению с другими, звезд. Так, сегодня известно более 50 названий, которыми обозначали наши народы Большую Медведицу. Для Плеяд — компактной и хорошо наблюдаемой звездной группы — в русском языке на сегодня найдено 37 обозначений. Если Большая Медведица служила своеобразным средством наведения на Полярную звезду, то Плеяды в известной мере выполняли роль часов и календаря.

Северная, Прикол-звезда, Кол, Небесный колодец, Сокол — так именовалась Полярная звезда, она же — спящая красавица, заколдованная царевна, невольница у Кощея в русском фольклоре. Пояс в созвездии Ориона назывался Коромыслом, Коромыслицей, Весаами, Кичигой, Граблями, Косами, а все созвездие Ориона отождествлялось у армян с их родоначальником Гайком. Как видите, народное воображение соотносило свои земные представления и заботы с ходом небесных светил, выявляло определенные закономерности, которые помогали, в частности, более строго выверять календарь сельскохозяйственных работ.

Но мифотворчество сопровождало астрономию не только на заре цивилизации. Не в столь уж далекие времена во всех краях света «ученые-астрологи» по расположению светил предрекали владыкам их личные судьбы, исход решающих сражений, последствия важнейших событий. Впрочем, и сегодня в капиталистических странах в ходу всевозможные гороскопы.



Первые подлинно научные элементы в системе астрономических знаний начали выкристаллизовываться лишь тогда, когда на смену простому любопытству и суеверному языческому толкованию небесных явлений пришло бесстрашие исследовательской мысли. Когда родилась осознанная потребность разобраться в сути видимых небесных объектов, уяснить внутренний механизм, а не только внешнюю картину взаимосвязей и относительных перемещений. Уже эти первые шаги принесли поразительные результаты. А они в свою очередь поставили массу интересных и сложных вопросов.

Издавна было отмечено, что видимые небесные светила можно разделить на две группы. Первая, в которую входит подавляющее большинство видимых невооруженным глазом объектов, состоит из светил, не меняющих положение относительно друг друга. Они все вместе с небосводом обращаются вокруг Земли. Дело происходит так, как если бы весь небосвод за 23 часа 56 минут (звездные сутки) обращался вокруг Земли с прикрепленными к нему в строго определенных местах звездами. Вторая группа светил включает в себя всего несколько объектов, которые словно «бродят» меж неподвижных звезд и созвездий, перемещаются по небу. Это четко выражено в движении Солнца и Луны, но не менее определенно прослеживается видимый путь и у такой яркой планеты, как Венера (слово «планета» означает «блуждающее тело»). Если следить за перемещением планет среди звезд, можно легко убедиться, что планеты перемещаются не по простым круговым траекториям, как это казалось первоначально, а по очень сложным — каждая из этих траекторий как бы складывалась из наложенных друг на друга нескольких круговых движений. Тщательные наблюдения, сопоставления позволили ученым вывести строгие закономерности перемещения планет, предсказывать их поло-

жение в тот или иной момент времени. Так с течением времени возникла целостная система воззрений на строение известной тогда части Вселенной — геоцентрическая система Птолемея, по которой в центре ее находилась наша Земля, а вокруг перемещался весь небосвод. По нему же, в свою очередь, блуждают по раз и навсегда данным орбитам планеты и в строго отведенных им местах покоятся звезды и их группы. В этом заключается упрощенное представление о Птолемеевой системе, которая долгое время доминировала в астрономии.

Однако система эта оказалась слишком сложной и вместе с тем не давала ясных ответов на многие вопросы; большинство толкований небесных фактов и явлений оказывались искусственными или очень приблизительными.

Шло время. Накапливались новые данные об изучении небесных объектов. На смену системе Птолемея пришла гелиоцентрическая система Николая Коперника. Согласно его теории, которая блестяще подтверждалась всей суммой наблюдений над небесными объектами и расчетами их перемещений по небосводу, центром видимого, доступного нам мироздания являлось Солнце, а все планеты, включая Землю, обращались вокруг него. Это был поистине революционный шаг в развитии астрономических представлений, который привел к пониманию истинной картины относительных движений планет и нашего дневного светила.

Следующей крупнейшей вехой в становлении нашей науки стало изобретение в 1609 г. Галилео Галилеем телескопа для наблюдений за небесными объектами. Телескоп невиданно расширил возможности исследования Вселенной и с тех пор на протяжении веков являлся важнейшим инструментом познания. Он привел Галилея к выдающемуся открытию — позволил увидеть спутники Юпитера,

предположить, что спутники могут существовать и у других планет. Это его предвидение очень скоро полностью подтвердилось.

Так, шаг за шагом шло человечество ко все более глубокому пониманию строения Вселенной, сложнейшей механики взаимодействия ее объектов, ее эволюции в пространстве и времени. В общих чертах вам, конечно, все это известно по школьной программе. И моя задача, как я ее понимаю, заключается в том, чтобы расширить ваши познания, дать более полное представление о современных взглядах на строение и эволюцию Вселенной, рассказать о вкладе отечественных ученых в развитие астрономии.

### «Изменчивой природы лик»

Наше сегодняшнее знание о Вселенной сводится прежде всего к представлению о ней как о многосложной системе. Уже современники Галилея знали о том, что первое звено ее — это планета со своими спутниками и что сами планеты и их спутники вращаются вокруг Солнца. Ясно им было и то, что за пределами Солнечной системы, на громадных от нее расстояниях, находятся мириады звезд, природа которых казалась бесконечно загадочной.

Неуклонно множилось число установленных наблюдениями фактов и явлений, осмысление которых привело к выводу: Солнце является одной из звезд и входит в гигантскую систему, которая получила название Галактики. На ночном небосводе отчетливо видна рассекающая все небо светлая полоса — Млечный Путь; ее создает слияние света миллиардов слабых звезд, каждая из них, взятая отдельно, не была бы видна невооруженным глазом.

Но дальше выяснилось, что и сама Галактика яв-

ляется лишь одним из множества структурных элементов Вселенной. Галактики, в свою очередь, входят в скопления галактик, которые, однако, могут объединяться в еще более гигантские образования — сверхскопления. А есть ли во Вселенной еще более высокие структурные единицы? Или сверхскопления галактик являются самыми крупными образованиями Вселенной? Вполне вероятно, есть, но на сегодня это тот порог, до которого пока дошли наши представления. Уверен, что он будет преодолен в не столь отдаленном будущем: мысль человеческая в наши дни все смелее и решительнее проникает в самые сокровенные тайны мироздания и историю его эволюции.

Конечно, все это крайне сложные проблемы. Как можно определить, скажем, состав или возраст звезд или галактик, отстоящих от нас на миллионы световых лет? Или с математической точностью описать происходящие там процессы? Как понять, звезды ли произошли из туманностей или туманности — из звезд? А может быть, им предшествовало некое другое прародительское вещество либо тело? Естественно, что в попытках решения подобных проблем возникает немало, подчас взаимоисключающих, точек зрения, теоретических направлений, научных школ. Правда, хотелось бы оговориться: «школа» предполагает некие устойчивые взгляды, опирающиеся на определенную совокупность установленных фактов, на теоретические положения и представления, которые принципиально не изменяются, но углубляются, расширяются, уточняются. А вот применительно к нынешнему состоянию нашей науки такое толкование «школы» не очень подходит: столь стремительно идет процесс накопления и осмысления новых знаний, идей, направлений, что о какой-то непоколебимой единой направленности исследований даже определенной группы ученых гово-

рить весьма трудно.

Должен особо остановиться на вкладе в астрономию нашей отечественной науки, особенно за последние 100—150 лет, когда она практически складывалась в современную дисциплину. Как вам известно, астрономия подразделяется на два основных направления: астрометрию и астрофизику, а еще включает в себя небесную механику и динамику звездных систем. Причем теперь ведущее место, в смысле темпов развития, за астрофизикой.

Но это — теперь, а в конце XVIII в. и весь XIX в., по сути, главенствовала астрометрия — ее центрами служили известные обсерватории, где изучались положения небесных тел, изменения этих положений, создавались точнейшие каталоги координат звезд на небе. И одной из законодательниц, признанной школой астрометрии и даже «астрономической столицей мира» в середине и в конце прошлого века являлась Пулковская обсерватория. В столь высоком ее признании ведущая роль по праву принадлежит основателю обсерватории — крупнейшему ученому Василию Яковлевичу Струве. Именно он выбрал и обозначил направление исследовательского поиска ученых, приложил много сил и настойчивости для оснащения обсерватории первоклассным инструментарием и оборудованием.

Постепенно набирала силу и астрофизика — дисциплина, посвященная изучению физического состояния звезд, происходящих в их атмосферах и недрах динамических процессов и явлений. И здесь опять же ведущую роль сыграли отечественные ученые, и прежде всего Федор Александрович Бредихин, возглавлявший после О. В. Струве (сына В. Я. Струве) Пулковскую обсерваторию. На это время приходятся его основополагающие работы по изучению комет и метеорных потоков. А приглашенный им в качестве научного сотрудника Аристарх Аполлоно-

Семинар по квантовой  
механике в Харькове,  
1930 г.

Среди участников  
семинара:

Д. Д. Иваненко,  
И. В. Обреимов,  
В. А. Фок,  
аспирант  
В. А. Амбарцумян,  
П. Иордан,  
Л. Д. Ландау,  
Г. Гамов — ставшие  
впоследствии  
крупнейшими учеными.



вич Белопольский, впоследствии также ставший академиком, явился родоначальником современной астроспектроскопии (в основу изучения физики звезд были положены прежде всего методы спектрального анализа их излучений). Неистовый Аристарх — так прозвали его коллеги за страстный науч-



ный темперамент, за безграничную преданность избранному делу. Он вписал новые славные страницы в летопись обсерватории. В 1917—1919 гг. он был ее директором, затем отказался от этого поста, чтобы целиком посвятить себя исследовательской работе. О степени его авторитета красноречиво говорит

следующий факт. В своей книге «Россия во мгле» английский писатель-фантаст Герберт Уэллс с нескрываемым изумлением и почтительностью пишет о поразившей его встрече с известными российскими учеными. «Я встретил там востоковеда Ольденбурга, геолога Карпинского, лауреата Нобелевской премии Павлова, Радлова, Белопольского и других всемирно известных ученых. Они задавали мне великое множество вопросов о последних достижениях науки за пределами России, и мне стало стыдно за свое ужасающее невежество в этих делах... Наша блокада отрезала русских ученых от иностранной научной литературы. У них нет новой аппаратуры, не хватает писчей бумаги, лаборатории не отапливаются... И все же они успешно работают». Отнюдь не случайно Белопольский назван в числе всемирно известных ученых: к тому моменту он имел три почетных иностранных звания, был награжден зарубежными медалями, сам неоднократно выезжал с докладами на представительные международные конгрессы.

Я рад, что мне посчастливилось быть среди учеников Аристарха Аполлоновича, а потому по мере сил стараюсь развить и продолжить его дело. Это был действительно выдающийся человек и истинный подвижник науки. Своеобразно строил он и свои взаимоотношения с учениками, многие из которых внесли вклад в развитие астрономии. Натура в высшей мере одаренная и благородная, он умел сочетать сердечную доброту и отзывчивость с дисциплиной и суровой требовательностью. Прежде всего к самому себе, а затем и ко всем сотрудникам. Он никогда не преподносил своим аспирантам готовые факты и выводы — свою задачу видел он в том, чтобы побудить нас к творческому поиску, ценил в нас склонность к самостоятельному мышлению, умение искать нестандартные решения, казалось бы, в стандартных ситуациях. Считал правильным, если мы са-

ми выбирали тему или объект исследования. Был искренне рад, когда замечал у ученика смелость и широту взгляда, неординарность в подходе и постановке наблюдений. На его примере мы убеждались, каким именно должен быть современный ученый вообще, а астроном в особенности, и благодарность к нему сохранили на всю жизнь.

Как сам я пришел к делу, которому посвятил практически всю свою жизнь? Видимо, отнюдь не случайно, хотя моим первым сильным детским и юношеским пристрастием была математика. Но, помнится, когда мне исполнилось 12 лет, попала в руки книга под названием «Небесные светила» — автор ее популярно и увлекательно рассказывал об устройстве Вселенной, знакомил с новейшими о ней представлениями. По сути, она и предопределила мой выбор, хотя и не раздружила меня с математикой. Учась на физико-математическом факультете Ленинградского университета, я раз и навсегда выбрал себе ту сферу астрономии — астрофизику, где тогда еще было очень много «белых пятен», раскрыть которые без знания математики и физики не представлялось никакой возможности. Так в моей повседневной практике мирно уживались оба моих пристрастия — любовь к математике и стремление с ее помощью познать и объяснить грандиозные и сложнейшие физические процессы, происходящие в отдаленных от нас на гигантские расстояния пространствах Вселенной. И я счастлив, что в выборе своем не ошибся. С моей профессией так или иначе связаны самые сильные и яркие впечатления всей моей жизни.

Пулковская обсерватория, Ленинградский университет, где в 1934 г. была создана первая в нашей стране кафедра астрофизики, которую мне поручили возглавить, астрономическая обсерватория Ленинградского университета — вехи моей предвоен-

ной биографии. С ними связаны некоторые этапные для меня теоретические разработки в астрофизике. Собственно, как современная научная дисциплина она тогда только-только вставала на ноги, нужно было готовить для нее кадры, учебные пособия. Вместе со своими коллегами мне довелось создавать советские учебники по астрофизике и первый учебник по теоретической астрофизике.

В те же годы сформировались, определились основные, ведущие направления моей исследовательской работы, сложились главные методологические принципы подхода к любой проблеме.

Целый комплекс проблем в астрономии по сей день связан с процессами переноса во Вселенной различных видов энергии, в том числе лучистой, световой. Собственно, вещество и энергия — это две фундаментальные составляющие, фундаментальные компоненты всего мироздания. Чтобы дать некоторое представление об огромности этих слагаемых, скажу, что мощность излучения Солнца, например, равна поистине астрономической величине:  $3,86 \cdot 10^{23}$  кВт. Ее достаточно, чтобы всю воду Мирового океана на Земле можно было бы вскипятить буквально за одну секунду. Причем интенсивность этого потока существенно не изменилась, по научным расчетам, за последние полтора миллиарда лет и сохранится на том же уровне еще ряд миллиардов лет. Поток этот более чем в 2 млрд. раз превышает то количество энергии, которое приходит к Земле от Солнца. Вся остальная его часть рассеивается в пространстве. Так сколько же энергии излучают там бесчисленные миллиарды звезд?

В силу закона сохранения энергии звезда, для того чтобы излучать в течение миллиардов лет постоянный по величине (или меняющийся) поток энергии, должна откуда-то эту энергию заимствовать. Всегда предполагалось, что эти источники находятся в цент-

Бюраканская  
астрофизическая  
обсерватория.

Башня 40 см  
телескопа.



ральных областях звезды. Но неизвестно, как эта энергия переносится из центральных областей во внешние слои.

Этим вопросом я заинтересовался, будучи аспирантом Пулковской обсерватории. Тогда с благословения А. А. Белопольского вместе с Н. А. Козыревым (талантливым исследователем) мы занялись анализом лучистого переноса энергии в атмосферах звезд и планет. И пусть не сразу, но пришли к мнению: старые методы слишком громоздки. У меня было ощущение, что решение здесь возможно лишь при изыскании новых путей. Правда, уже перед самой войной при рассмотрении одной частной проблемы я, можно сказать, нащупал краешек возможного ответа. Мне удалось тогда отказаться от решения традиционных, крайне сложных и громоздких интегральных уравнений и в одном частном случае применить более простые — функциональные. Это был лишь проблеск ответа, который удалось сформулировать несколько лет спустя, в 1941—1942 гг.

Тогда я руководил научным филиалом Ленинградского университета, который был эвакуирован в г. Елабугу (Татарская АССР), и с группой сотрудников приступил к изучению процессов рассеяния (и поглощения) света атмосферами планет. Конечно, планетную атмосферу, ее структуру, процессы прохождения через нее света мы моделировали математическими методами. Пользовались интегральными уравнениями, решения которых не только громоздки, но зачастую еще и приближенны. Мы должны были изучать положение дел в каждом из слоев атмосферы, учитывая его взаимодействие со всеми другими слоями. Решать нужно было проблему многократного рассеяния, анализируя совместно положение дел на всех глубинах. И вот тогда у меня появилась идея: а нельзя ли обойтись без того, чтобы

проникать внутрь среды? Представьте себе, что от огромной головки сыра вы отрезаете или добавляете к ней чрезвычайно тонкий слой? Скажется ли это заметным образом на свойствах и качествах всей головки? Ведь тонкий слой по всем характеристикам совпадает со структурой и качеством всей массы сыра, в том числе и с глубинными его слоями. И значит, «проработав» верхний, тонкий, гипотетический слой, мы смоделируем и точную картину процессов, которые будут при прочих равных условиях эксперимента совершаться и «внутри» среды. Вот это условие, это допущение принесло нам на редкость красивые, я бы даже сказал, методологически и математически изящные, результаты. Конечно, я очень упрощенно изложил здесь метод, который сегодня широко применяется не только астрономами, но и физиками, математиками, химиками и который получил название «принцип инвариантности».

Не повторять старое применительно к качественно новым проблемам, а искать к ним непременно новые пути и средства — вот определяющий принцип, который я стремился воплотить в деятельности организованной в 1946 г. Бюраканской обсерватории.

## Арагац — окно во Вселенную

Раз уж мы заговорили о Бюраканской обсерватории, мне бы обязательно хотелось обратить ваше внимание на такой факт. На занятиях в школе, на пионерских сборах, на комсомольских собраниях вы часто ведете речь о патриотизме и интернационализме советских людей, о великой дружбе народов нашей многонациональной державы. И о той роли, которую играл и играет русский народ, русский ра-

бочий класс в развитии экономики, науки, культуры братских республик нашей страны. Можно привести множество примеров исключительной плодотворности национальной политики КПСС, которая твердо и последовательно борется за претворение в жизнь идей Великого Октября, бессмертных ленинских заветов. Одним из них может служить расцвет культуры армянского народа за годы Советской власти. Уверен, и спустя века историки не перестанут изумляться исполинской силе государства, мужественному оптимизму народа, мудрости его руководителей, которые в тяжелейшей обстановке неслыханно жестокой второй мировой войны приняли решение основать в некоторых республиках национальные академии наук! С тех пор повсюду формировались свои научные кадры, что позволило решить вопрос об организации самостоятельных научных центров — республиканских академий наук.

Все это имело прямое отношение к судьбе нашей обсерватории. Еще до войны в армянском филиале Академии наук СССР действовала небольшая Ереванская астрономическая обсерватория. Но развитие астрофизики настоятельно требовало создания самостоятельной базы, и вполне естественно встал вопрос о специальной обсерватории.

Бюракан — это название села и местности на одном из крутых склонов четырехглавой горы Арагац; в буквальном переводе слово означает «тысяча (или множество) родников». Почему выбор пал именно на этот участок горного склона? В силу самых разных причин: выбор места для обсерватории — задача не из легких, тем более если речь идет об изучении физики звезд.

Одно из первых условий — в месте расположения обсерватории должно быть как можно больше ясных ночей. Второе — воздух должен быть максимально свободен от пыли, наличие которой сказыв-

Н. И. Мухелишвили,  
М. В. Келдыш,  
В. А. Абмарцумян.



вается на качестве изображения звезд в телескопе, искажающегося из-за беспокойствия и различных возмущений атмосферы. И вот оказалось, что участок на склоне Арагаца, который мы тщательно обследовали, неплохо удовлетворяет этим требованиям. Длительная практика подтвердила правильность нашего выбора: качество изображений оказалось здесь если и не блестящим, не идеальным, то, во всяком случае, значительно лучшим, чем во многих известных обсерваториях мира.

Кроме того, надо было так построить и оснастить весь комплекс, чтобы с наибольшим эффектом использовать природные преимущества. И тут нужно отдать должное мастерству архитекторов, строителей, специалистов и рабочих, которые изготовили

и смонтировали необходимое оборудование.

Проектировал комплекс известный архитектор Самвел Аркадьевич Сафарьян. На мой взгляд, он очень удачно применил для сооружения местную разновидность строительного материала — туф. Добывали его непосредственно неподалеку от площадок будущей обсерватории. Возводили же ее — очень добротно, качественно работники строительной организации при Академии наук Армянской ССР. Они хорошо понимали, какой объект им доверили.

Для успешной деятельности коллектива ученых необходимо было оснастить обсерваторию телескопами. Сначала мы приобрели несколько телескопов небольшой мощности. Хотя с их помощью нам удавалось проводить ценные астрономические наблюдения, мы рассматривали эту работу как средство приобретения опыта и подготовки кадров. Спустя некоторое время у нас установились хорошие деловые отношения с рабочими и инженерами Ленинградского оптико-механического завода (теперь это — объединение «ЛОМО»). Мы были обеспечены поистине уникальным инструментом.

Надо сказать, что старые телескопы позволяли фотографировать лишь небольшие участки неба. Но вот в 30-х гг. XX в. эстонский оптик Б. Шмидт изобрел так называемую анаберрационную оптику для астрономических телескопов — выточенную особым образом линзу, которая исправляла искажения фотографируемого поля. В итоге стало возможным снимать сразу большие участки небосвода — в десятки раз большие, чем на зеркальных телескопах старых систем.

Отмечу, что одновременно с идеей эстонского изобретателя оригинальная идея телескопов с широким полем зрения возникла и у выдающегося оптика Д. Д. Максutowa. Но к тому моменту его идея еще не была воплощена в совершенные конструкции, мы же

ждать не могли, и потому наш выбор пал на систему Шмидта.

Наша оптико-механическая промышленность решила для нас еще одну важную задачу. Астрофизику недостаточно лишь зафиксировать положение звезд на небосводе, определить их блеск — ему чрезвычайно важно иметь возможность изучать их спектр. Ведь именно тщательный анализ спектра звездного излучения позволяет правильно судить о происходящих в атмосфере звезды физических процессах. Эта последняя задача часто решается путем приставки к телескопу специального спектрографа, на щель которого должен падать свет излучаемой звезды. Другая возможность — это поставить перед входом в телескоп большую призму. В этом случае можно одновременно получить на снимке спектры всех звезд наблюдаемого звездного поля. Такая призма называется объективной призмой.

И вот ленинградские специалисты в конце 50-х гг. создали для нас светосильный телескоп системы Шмидта диаметром 1 м, с набором объективных призм исключительно высоких оптических свойств. Такого наблюдательного комплекса в то время не было ни в одной обсерватории мира. Наш телескоп стал поистине уникальным инструментом.

Следующим кардинальным вопросом при организации обсерватории, бесспорно, был кадровый. И решился он благодаря тому, что в астрофизику пришло много способных молодых ученых, в том числе и в нашей республике. Среди них было немало моих учеников. Существенно, что в Ереванском и других университетах на соответствующих факультетах уже читались курсы по астрономическим дисциплинам.

Вот теперь я и попытаюсь ответить тем моим читателям, которые интересуются, каким должен быть астроном-астрофизик, каких качеств требует от не-

го специфика нашей науки. Я уже рассказывал выше о своем учителе А. А. Белопольском. На мой взгляд, он воплощал в себе лучшие черты современного ученого, вся воля которого была направлена на выполнение принятой им исследовательской программы. Специфика астрофизики заключается в многоплановости работы ученого над одной и той же темой, проблемой. Если это астрофизик-наблюдатель, то прежде всего он должен мастерски владеть аппаратурой — телескопом, научиться наблюдать. Этот процесс дает возможность, подробно изучая уже известные астрономические объекты, открывать их новые свойства, а также открывать новые, еще неизвестные объекты, обладающие интересными для науки новыми свойствами. Если это астрофизик-теоретик, то он должен хорошо разбираться в результатах наблюдений своих коллег, быть сведущим в источниках вероятных ошибок и неточностей. После того как наблюдения выполнены, наступает период тщательного анализа. Завершается он теоретическим — математическим и физическим объяснением причин и взаимосвязей того, что происходит, почему именно происходит и как, что из этого следует для понимания сущности данного явления и смежных с ним по количественным и качественным признакам. Идеальный случай, когда все эти виды работ по плечу одному и тому же ученому, но, разумеется, чаще они требуют определенного разделения труда сотрудников — членов исследовательской группы.

Специфика профессии предъявляет и свои определенные требования к тем, кто ее выбирает. Первое, ко всем, без исключения, относящееся и обязательное, — это умение быть бесконечно настойчивым и терпеливым. Говорят, что порой на ряде производств некоторые профессии непопулярны или малопrestiжны из-за того, что людям из смены в смену приходится выполнять одни и те же монотонные, одно-

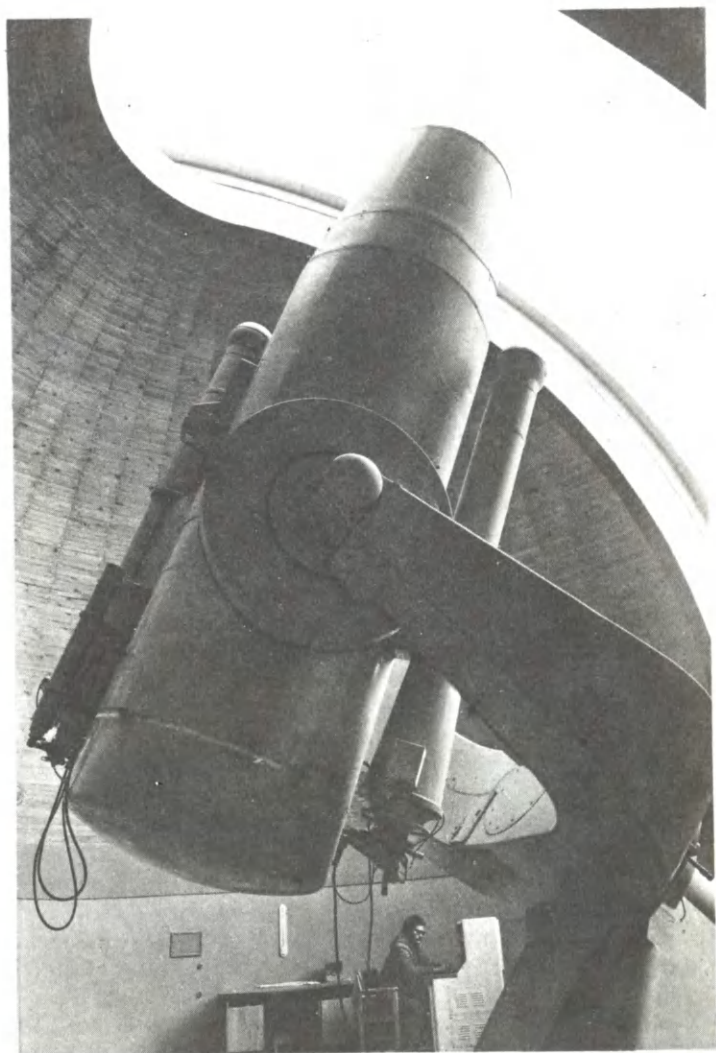
Башня 1 м телескопа  
Бюраканской  
астрофизической  
обсерватории.

1 м телескоп системы  
Шмидта Бюраканской  
астрофизической  
обсерватории.

образные, но требующие внимания и сосредоточенности операции. А теперь представьте, чтобы обнаружить какую-либо закономерность расположения, движения, изменения яркости небесных объектов, на протяжении многих месяцев, а то и лет астроном фотографирует и изучает один и тот же участок звездного неба. Изю дня в день — одно и то же, одна, до мельчайших подробностей знакомая картина. Далеко не всегда и не всем удается при этом увидеть, правильно оценить и объяснить что-то новое. Разве это не та же монотонность? Да, но только в том случае, если сам исполнитель делает все это механически, без внутреннего настроя, понимания важности своей повседневной, если хотите — даже подвижной, вахты. Ибо и неизменность картины того или иного участка небосвода есть факт первостепенной научной важности, так как он либо подтверждает, либо опровергает существующую и общепринятую концепцию.

Второе качество как будто представляется прямой противоположностью первому. Каждый ученый-исследователь должен обладать творческим воображением, но при этом реально отталкиваться от тех, пусть чрезвычайно скудных и даже подчас противоречивых фактов и посылок, которыми он располагает. Без этого просто невозможно: приступая к любому крупному исследованию, ученый обязан провести колоссальную предварительную умственную работу — оценить возможности в достижении вероятного результата, «проиграть» для себя варианты и направления творческого поиска, его важнейшие этапы, прикинуть необходимые сред-

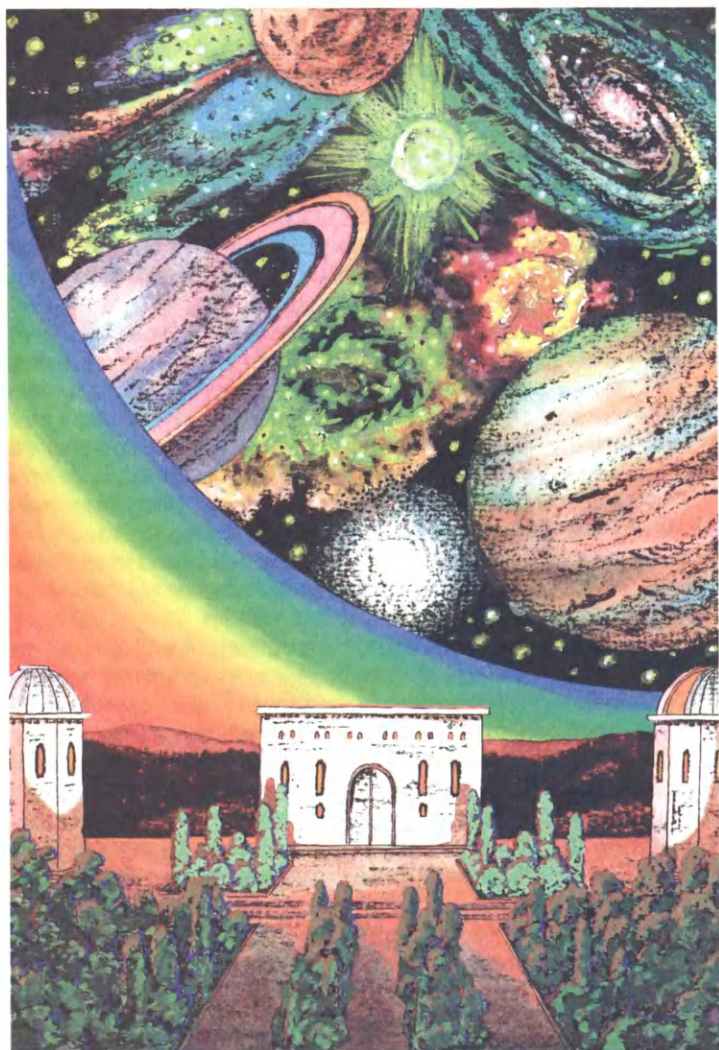




ства, т. е. заранее составить длительную и подробную программу действий. Без этого науки нет!

Непосредственно с этим связано еще одно глубоко личное мое отношение к науке. Мое кредо: самое глупое и опасное — следовать моде, т. е. тем идеям, которые кажутся привлекательными только потому, что ими занялись многие другие. Мы против этого легкомысленного следования моде. Но если открыты новые объекты, заслуживающие серьезного изучения, то ими и нужно заниматься глубоко и серьезно. Поэтому мы в обсерватории придерживаемся правила: не гнаться за модой дня, но каждый раз к новой проблеме искать непременно новые подходы, избегая проторенных путей. Вся история науки подтверждает плодотворность нашей принципиальной позиции, хотя она подчас и ставит нас в конфликтные ситуации с привычными, устоявшимися, общепринятыми воззрениями. Но как раз так и развивается подлинно научное миропонимание.

Приведу очень показательный, на мой взгляд, эпизод. Задолго до Коперника, две тысячи триста лет тому назад, в Греции проблемами мироздания занимался Аристарх Самосский. Биографические сведения о нем чрезвычайно скудны. Но известно, что он едва ли не первым высказал предположение о том, что подлинным центром известной тогда части Вселенной является не Земля, а Солнце. Им же был предложен ряд остроумных и достаточно простых способов для определения отношения расстояний от Земли до Солнца и Луны. Все это говорит о том, что Аристарх Самосский был ученым редкой прозорливости и интуиции. Но понадобились столетия, понадобилась кропотливая работа поколений, накопление массы фактов в подтверждение высказанной в древности догадки, пока она не обрела форму качественно новой теории — теории Коперника. Или взять сформулированную еще в IV в. до н. э. грече-



ским философом Демокритом сугубо материалистическую идею: «Из ничего ничто произойти не может, ничто существующее не может быть уничтожено, и всякое изменение состоит лишь в соединении и разъединении». Понадобились столетия, чтобы мысль эта легла в центр истинного философского понимания материальности мира, получила классическое обоснование и развитие в марксистско-ленинской теории. Смелость и широта творческой фантазии, самостоятельность и самокритичность мысли — непреложное качество для ученого.

По-моему, совершенно правильна формула, что гений — это прежде всего труд. Талант может быть дан человеку от природы, развить его, сделать его многогранным, эффективно действующим — задача прежде всего самого человека. Что же говорить об исследовательском поиске, упорном и подчас изнурительном, требующем постоянного напряжения физических и духовных сил? Без сознательно воспитанного, ставшего привычным трудолюбия стоящего астронома не получится даже из одаренного от природы человека.

Наконец, неременным свойством специалиста нашего профиля представляется мне личное мужество, психологическая устойчивость, которые совершенно необходимы ему, поскольку при его теоретических исследованиях непрерывно приходится иметь дело с переходами от систем, в которых царят одни свойства и закономерности, к системам совершенно другого масштаба, с иными закономерностями и темпами развития. Астроном не может не быть философом. И личное мужество и смелость нужны ему, чтобы самоутверждаться: сила человеческого разума выше силы «безграничного безмолвия» и его тайн, которые рано или поздно будут разгаданы нашей земной цивилизацией. И как тут не вспомнить великого К. Э. Циолковского, который еще в

1928 г. писал: «Что могущественней разума? Ему — власть, сила и господство над всем Космосом. Последний сам рождает в себе силу, которая им управляет. Она могущественнее всех остальных сил природы».

Само собой разумеется, что каждый, избравший профессию астронома, должен надлежащим образом усвоить всю сумму уже накопленных этой наукой знаний, владеть основами не только классической высшей математики, но и новейших ее разделов, быть в курсе дел сопредельных дисциплин, обладать надлежащей техникой научного мышления — все это необходимо хорошо усвоить еще на студенческой скамье.

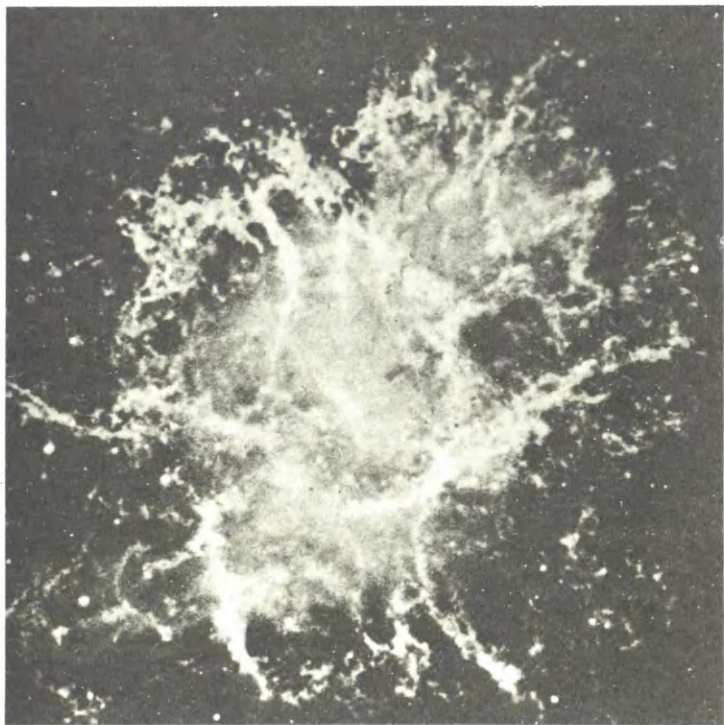
Такого или примерно такого склада люди приходят в астрофизику. И общими усилиями прокладывают новые пути и тропы в науке. Большинство наших сотрудников в свое время окончили Ереванский университет. Это коллектив, объединенный, ко всему прочему, преданностью выбранной профессии. Назову здесь лишь несколько имен, чьи работы хорошо известны в астрономических кругах и в то же время дают представление о поле деятельности обсерватории.

Свое слово в исследовании структуры и эволюции дальних звездных систем (галактик), их классификации сказал Б. Маркарян. Его интересы были сосредоточены на изучении и анализе происходящих в галактических объектах и их ядрах процессах. Нестационарными звездами, т. е. такими, формирование которых еще не закончено, занимается Л. Мирзоян; Э. Хачикян и В. Домбровский внесли ценный вклад в исследование Крабовидной туманности.

Очень важны для исследователя такие качества, как аналитическая наблюдательность и самостоятельность мысли. Когда мы ввели в строй наш новый

Крабовидная  
туманность, сильная  
поляризация света

которой была  
открыта в Бюракане.

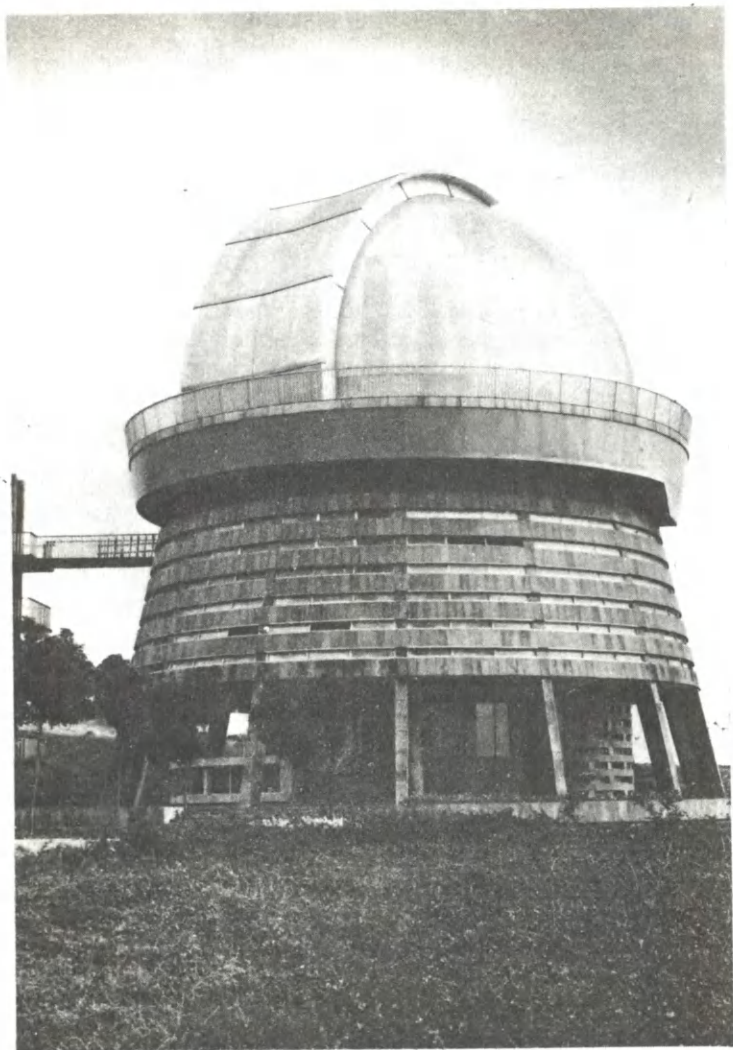


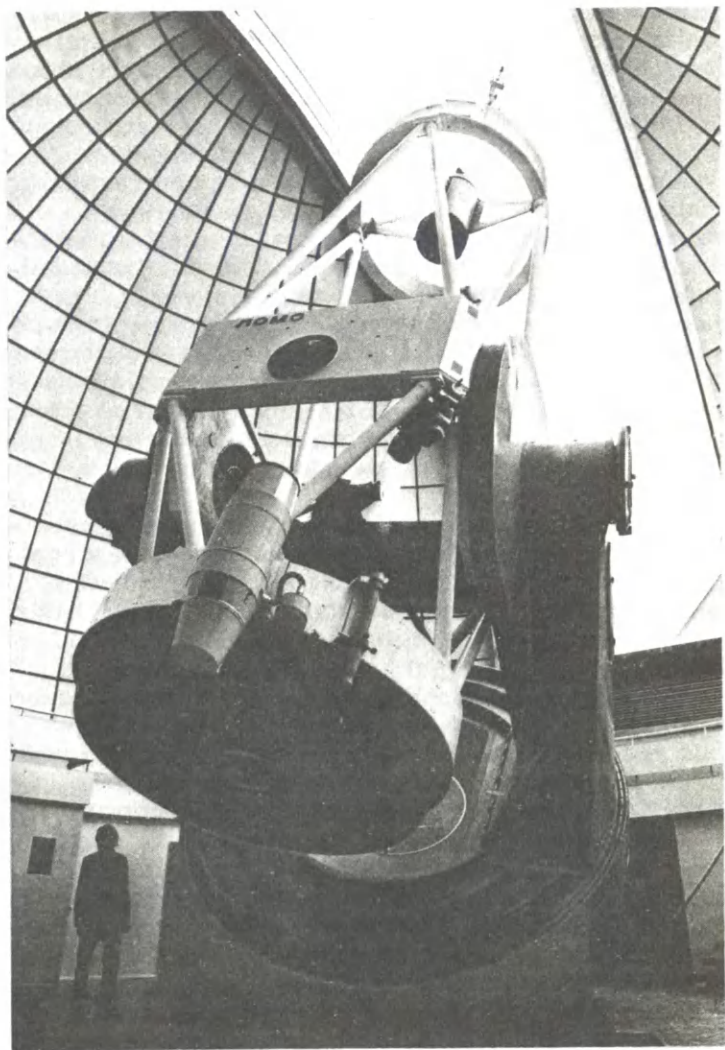
2,6-метровый рефлектор — это было целым событием в жизни обсерватории, — мне, естественно, хотелось начать его эксплуатацию с достижения какого-нибудь конкретного и ощутимого результата. И я предложил двум молодым сотрудникам, у которых к тому времени уже имелся опыт работы и некоторые оригинальные соображения, выбрать для наблю-

Башня 2,6 м телескопа  
Бюраканской  
астрофизической  
обсерватории.

2,6 м телескоп  
Бюраканской  
астрофизической  
обсерватории.

дений объект, который с их точки зрения может оказаться интересным. Они предложили такой объект в созвездии Цефея. Я был озадачен: что же заинтересовало их? Посмотрев старые снимки, я разочаровался: ничего, что заслуживало бы внимания, я там не увидел. И высказал им свое мнение: давайте исключим этот объект из числа первоочередных исследований на новом большом телескопе. Но они настояли на своем и, как выяснилось очень скоро, были правы. Первые же снимки на новом рефлекторе убедили нас всех, что молодые коллеги открыли нечто потрясающее: кометарную туманность, быстро меняющую свой вид. Эти туманности получили такое название из-за внешнего сходства с кометами. На самом же деле ничего общего с ними не имеют. Каждая из них — это огромная масса вещества, выброшенная из звезды. Звезда, возбуждающая свечение туманности, является чрезвычайно молодым объектом. В нашем случае быстрые и глубокие изменения, протекающие в объекте, говорят о том, что звезда находится в стадии формирования. Естественно, что теперь наблюдения этой звезды ведутся во многих обсерваториях мира. Я был рад успехам молодежи вдвойне: и прежде всего как руководитель обсерватории, где было сделано это открытие, и за нашу молодежь, которая способна так уверенно и блестяще отстаивать и подтверждать свою точку зрения. Если в коллективе творчески работающая молодежь не боится отстаивать свои мнения, основанные на собственных наблюдениях и соображениях, значит, у такого коллектива надежное будущее. Без ложной скромности могу заявить, что такая творческая атмосфера в коллективе едва ли не первооснова того





факта, что начиная с 60-х гг. в Бюракане резко вверх шла кривая совершенных открытий. С Арагаца впервые были замечены и занесены в каталоги сотни вспыхивающих звезд, тысячи интересных по своим спектрам галактик — их исследуют сегодня астрономы на всех континентах планеты.

На каких же общих проблемах и направлениях сосредоточивает свои усилия коллектив нашей обсерватории? Вселенная необъятна, и недаром ученые считают, что, если хочешь добиться в познании какой-либо области природы серьезных успехов, следует разумно ограничить сферу своих исследовательских интересов. И потому все направления творческой деятельности обсерватории сводятся к одной общей цели — проблемам происхождения и развития небесных тел, прежде всего звезд и звездных систем. Это в общем, но существуют и ведущие направления. Какие именно?

Изначальное, можно сказать, среди них — астрофизика. Это очень многомерное понятие. Как зарождаются, живут и гибнут звезды? Есть ли у этого процесса начало и возможно ли его окончание? Как именно совершаются в звездах те или иные физические процессы?

Или вот такая проблема. Я уже говорил, какое невообразимо гигантское количество лучистой энергии испускают звезды в космическое пространство. Причем «уходит» она из внешних слоев их атмосферы. На поверхности нашего светила с завидным постоянством и определенной периодичностью происходят взрывы и полыхают вспышки, энергия которых равна взрывам тысяч водородных бомб. Именно здесь, в хромосфере (область атмосферы Солнца, расположенная сразу над его поверхностью), в период активности происходят выбросы, отрывы громадных облаков плазмы — бесчисленных потоков горячих, заряженных частиц газа и паров металлов.

Так какие же силы вызывают вспышки и взрывы в хромосфере и, словно ускоритель невиданных масштабов, раскручивают, отрывают и бросают в бесконечность Вселенной эти плазменные завихрения, простирающиеся на сотни миллионов километров и обладающие стремительностью космических лучей? Многие астрофизики ищут объяснение этим явлениям в магнитных полях, имеющихсся в наблюдаемых на Солнце темных пятнах. Выяснилось, что весь «силовой фон» активной зоны часто распадается как бы на мелкомасштабные магнитные детали, что, кстати, характерно и для той плазмы, которую пытаются ныне «приручить» физики в интересах создания будущей термоядерной земной энергетики. Но как же выглядят процессы переноса энергии излучения из нижнего слоя к верхним? А затем и в самом космосе? На каких принципах должно быть построено объяснение явлений в звездных спектрах? Здесь тоже целый комплекс проблем; ключ к ним и призвана дать теория лучистого переноса, над которой мы работаем.

Непосредственными объектами астрофизики являются также и газовые туманности, о которых в науке до недавнего времени были весьма расплывчатые представления. В Бюраканской обсерватории создан общепринятый ныне в научном мире основной каталог кометарных туманностей.

Не менее пристально исследует наш коллектив и процессы, происходящие в недрах удаленных от нас галактик — этих гигантских систем звезд. Надо отметить, что носят они подчас характер гигантских катаклизмов. При этом грандиозные массы вещества подвергаются таким перепадам давлений и температур, что приобретают свойства, которые человеку не всегда удастся наглядно представить себе. Вообще в недрах звезд, туманностей, галактик как бы вечно действуют созданные самой природой уникальные ла-

боратории. В них самопроизвольно и постоянно совершаются бесчисленные эксперименты над веществом и энергией в таких масштабах и при таких экстремальных условиях, о которых не смеют и мечтать земные исследователи.

Сегодня к этой области астрофизических исследований вполне приложимы те выводы, которые были сделаны мною в докладе на XI съезде Международного астрономического союза в Беркли (США) в 1961 г. Позволю себе привести из него одну выдержку: «Анализ наблюдений показывает, что явления, относящиеся к происхождению галактик, настолько необычны, что их было бы невозможно предвидеть, исходя из каких-либо теоретических предвзятых положений. Здесь мы сталкиваемся с поразительным явлением, постоянно повторяющимся в истории науки. Вторжение в новую область явлений приносит неожиданные, качественно новые закономерности, выходящие за пределы прежних представлений. Это делает каждую такую область явлений тем более интересной. Поэтому нам нужно еще более тщательно собирать факты и наблюдения, ибо лишь увеличение фактических данных, более точные сведения о реальных объектах, большая информация о строении различных частей галактик и тщательный анализ этих сведений могут помочь нам в разрешении возникающих здесь трудных вопросов». И вполне очевидно, что их разрешение будет тем успешнее, чем теснее и плодотворнее утверждаются творческие контакты с другими научными коллективами, в том числе и зарубежными. Со своей стороны мы стремимся сделать эти контакты как можно более стабильными и плодотворными.

В списке тех, кто пользуется «Сообщениями Бюраканской обсерватории» (это наш информационный вестник), числятся 315 обсерваторий, библиотек, научно-исследовательских и других организаций мира,

среди которых 257 иностранных; в числе наших постоянных корреспондентов более 100 зарубежных ученых. Они приезжают к нам для обмена опытом и ознакомления с практикой работы Бюраканской астрофизической обсерватории. Одна из сессий исполнительного комитета Международного астрономического союза проходила в Советском Союзе, у нас в Ереване, и мне приятно упомянуть, что, как правило, доклады наших ученых становились заметными событиями на этих представительных международных симпозиумах.

## Лед и пламень космоса

Понятие «Космос» в значении «Вселенная» вошло в науку со времен Пифагора (2300 лет назад).

Но что такое космос с точки зрения астрофизика-теоретика или наблюдателя? Прежде всего, это лаборатория, в которой вещество испытывает всевозможные превращения как при невообразимо высоких температурах, порядка  $10^7$  К и больше, — в звездных недрах, так и при чрезвычайно низких — в космическом пространстве.

Еще более велики различия в плотностях различных тел и сред, встречающихся во Вселенной. Плотность, скажем, межзвездной среды в нашей Галактике — порядка одного атома (или иона) на кубический сантиметр. А плотность пульсаров — звезд, большая часть вещества которых сжата в одно гигантское по массе ядро, в  $10^{16}$  раз превосходит плотность воды. В этих резко отличающихся друг от друга условиях проявляются самые различные физические свойства вещества, что естественно привлекает внимание физиков.

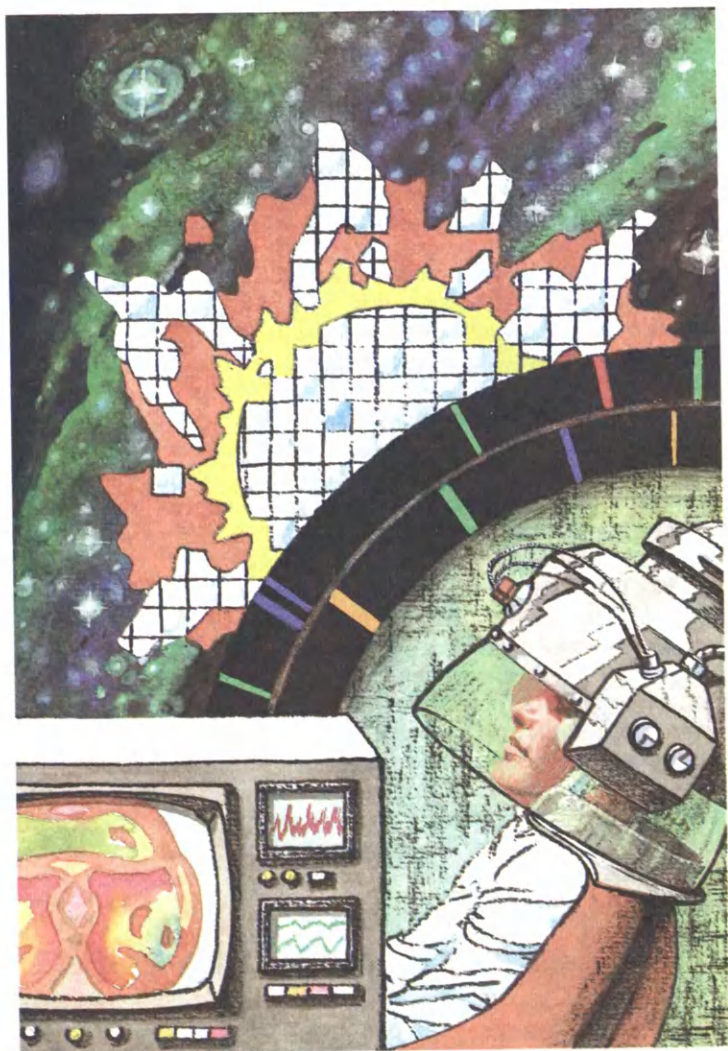
Вот почему, чем дальше астрономы углубляются в тайны Вселенной, а физики в тайны микромира,

тем пристальнее и заинтересованнее их взаимодействие, их творческое содружество, арена которого — и ближний, и дальний космос.

Чрезвычайно важно определить, насколько эти трансформации и свойства соответствуют нашим общим представлениям о материи и ее закономерностях. Это с одной стороны. А с другой — насколько полезны они и возможны для использования в нашей земной практике, в нашем дальнейшем освоении природы и ее богатств. Скажем, поверхностные слои Солнца имеют температуру, как вам хорошо известно, порядка 6 тыс. градусов. А в центральных областях она достигает нескольких миллионов; там, по нынешним нашим представлениям, действует, образно говоря, исполинский котел термоядерных реакций. И овладение этим процессом для нужд земной энергетики — это проблема, над которой работают многие творческие коллективы.

Спектральный анализ — ныне ведущий метод изучения звезд. По количеству, ширине, относительному взаимному положению линий спектра можно «прочитать», что же совершается в данный момент на поверхности звезды. У одних температура поверхности составляет всего 2—3 тыс. градусов и даже меньше; у других она достигает 20, 30 и даже 100 тыс. градусов, их спектр имеет совершенно необычный, несхожий с прочими вид. От температуры зависит как яркость поверхности объекта, так и характеристические особенности спектра. Ими определяется тип звезд.

Наконец, нельзя не сказать особо еще о двух типах звезд: о белых карликах и пульсарах. Многие из белых карликов были впервые открыты в Бюракане. Они знамениты тем, что плотность их вещества в десятки тысяч раз больше, чем у воды. В возможность такого явления еще в 20-х гг. нашего столетия многие просто отказывались поверить. В пульсарах



же плотность оказалась еще большей — вся их масса представляет собой титанически спрессованное ядерное вещество.

Поскольку в астрофизике спектральный метод исследования атомов находит широкое применение, то в молодости я интересовался также принципами квантовой механики, которая давала объяснение происхождению спектров атомов. В частности, меня заинтересовало, в какой степени по наблюдаемым спектрам атомов можно однозначно «пойти» обратно — к законам квантовой механики и основанным на ней представлениям о строении атома. Такой вопрос можно назвать «обратной» задачей по отношению к проблематике квантовой механики. Вскоре я понял, что решение этой задачи во всей ее широте выходит далеко за пределы моих возможностей. Тогда я поставил перед собой другую, «обратную» задачу, более простую: нельзя ли ответить на вопрос, в какой степени частоты колебаний струны зависят от диаметра или других ее параметров?

Но и эта математическая задача оказалась очень трудной для меня. Тогда я решил ограничиться еще более частной проблемой: можно ли утверждать, что система собственных частот, характерная для однородной струны, свойственна только ей и выделяет ее таким образом среди всех неоднородных струн? Мне удалось ответить на этот вопрос положительно. И хотя результат этот очень скромный, горжусь, что более 50 лет назад мне довелось впервые поставить совершенно новую математическую задачу<sup>1</sup>, обратную известной проблеме Штурма — Луивилля, и дать ее строгое решение, правда для весьма, весьма частного случая.

Таким образом была открыта для исследования

---

<sup>1</sup> Она послужила основой так называемого метода обратной задачи, используемого в теоретической физике.

обширная область «обратных» задач довольно широкого значения, в которой стали работать многие математики. Когда астроном, зная орбиту небесного тела, вычисляет ее видимое положение на небесной сфере на каждый день года, то он решает «прямую» задачу небесной механики. Но вот Иоганн Кеплер еще до появления закона Ньютона и основанной на нем небесной механики поставил себе задачу: не зная форму орбиты, не зная параметров движения планеты, вывести их из наблюдений за видимыми перемещениями планет по небосводу. И вывел из них основные кинематические закономерности движения планет. Иными словами, он решил типичную «обратную» задачу. Кеплер справился с ней просто гениально! Выведенные закономерности мы называем в наших учебниках законом Кеплера.

Но и та задача, о которой шла речь выше, была для меня лишь подготовкой к очень крупной и важной астрономической проблеме: как найти метод определения закона распределения пространственных скоростей звезд из распределения одних лишь лучевых скоростей.

Дело в том, что пространственная скорость движения звезды по отношению к нам (наблюдателям) состоит всегда из двух слагаемых: из скорости приближения к нам (или удаления от нас) и скорости, перпендикулярной к направлению на звезду, которая вызывает изменения видимого положения звезды на небе, т. е. угловое перемещение изображения звезды. Происходящее за единицу времени (скажем, за год) угловое перемещение называется собственным движением звезды. Зная расстояние звезды, мы можем из собственного движения вывести в линейной мере составляющую скорость, перпендикулярную лучу зрения. Выраженная в линейной (а не в угловой) мере, эта составляющая называется тангенциальной составляющей (слагаемой) движения.

Итак, мы будем полностью знать пространственную скорость звезды, если нами определены из наблюдений радиальная и тангенциальная составляющие. Точность определения радиальных скоростей звезд с прогрессом наблюдательной техники быстро возрастает. А сведения о расстояниях звезд, которые нужны, как мы видели, для перевода собственных движений в тангенциальные скорости, очень скудны и растут медленно. Поэтому Артур Эддингтон, известный английский астроном, в начале этого века поставил задачу: нельзя ли разработать метод получения распределения пространственных скоростей звезд, основываясь на статистике одних лишь радиальных скоростей и используя то, что мы имеем возможность наблюдать радиальные скорости звезд в различных участках неба, т. е. в различных направлениях? Пятьдесят лет назад (я тогда работал в Ленинградском университете заведующим кафедрой) удалось найти решение этой задачи. Это тоже «обратная» задача, но очень трудная. Я немедленно послал статью, содержащую это решение, Эддингтону, и она была опубликована в журнале Королевского астрономического общества в Лондоне.

Любопытен и поучителен здесь еще один аспект. Моя работа, как уже упоминалось, была опубликована в Англии. Спустя почти 40 лет в этой стране был изобретен очень эффективный и многообещающий прибор, а точнее, целая сложнейшая установка, которая без всякого хирургического вмешательства позволяет обследовать и увидеть строение глубинных областей человеческого мозга. Прямо-таки фантастика, иначе не назовешь. Специальной конструкции рентгеновский аппарат исследует по заданной программе голову пациента. Детальная информация прохождения через мозг рентгеновского излучения поступает в ЭВМ, обрабатывается, и на экране прибора, как на экране телевизора, появляются четко раз-

личимые «срезы» головного мозга пациента. И специалист имеет возможность «прочитать» данные и установить, где имеются патологические отклонения.

Удивительно здесь еще и то, что изобретатели этой установки<sup>1</sup> — она называется томограф — понятия не имели о той моей работе, хотя она и была опубликована у них в стране. Тем не менее математическая модель, которую они применили для создания томографа, полностью совпадает с той, которую применил я в астрофизике для определения распределения пространственных скоростей звезд 50 лет назад. Парадокс? Ничуть, это просто лишнее свидетельство того, сколь эффективными для повседневных практических нужд часто оказываются разработки, методы и решения в области так называемых фундаментальных наук.

Вот еще два примера. Когда при анализе излучения солнечной хромосферы открыли спектральные линии неизвестного элемента и назвали этот элемент гелием («гелиос» в переводе с греческого означает «солнце»), мало кто мог предсказать то колоссальное будущее, которое ожидало этот подсказанный спектром элемент в развитии науки и техники.

Второй пример противоположен первому. До последнего времени в таблице Менделеева незаполненным — вследствие отсутствия на Земле элемента с химическими характеристиками, соответствующими этому участку таблицы, — оставалось место для элемента № 43. Недавно выяснилось, что столь долго пустовало оно не случайно: его ядро чрезвычайно неустойчиво. Этот элемент вообще отсутствует на Земле в естественных условиях. Ему дали название технеция. Он возникает в лабораторных условиях в небольших количествах, при ядерных реакциях.

---

<sup>1</sup> Английский инженер Г. Хаунсфилд и американский математик А. Кормак за создание томографа были удостоены Нобелевской премии 1979 г. по медицине.

Можно понять изумление физиков, когда они узнали, что астрофизики обнаружили следы технеция во внешних слоях ряда нестационарных звезд.

Да, глубины космоса — уникальная и безбрежная лаборатория, где вещество и энергия трансформируются друг в друга под воздействием гигантских перепадов давлений и температур, где в бесчисленных комбинациях их элементарных составляющих «зашифрованы» все тайны происхождения и развития Солнечной системы, Галактики и самой Вселенной. Разгадку этих тайн таят в себе и космические лучи: ежесекундно через площадку в один квадратный метр на границе атмосферы и земной поверхности прорываются более 10 тыс. заряженных частиц, влетающих в нам из космоса почти со скоростью света. Частицы с такими скоростями называются релятивистскими, потоки их и есть космические лучи. Многие миллионы лет блуждают они по космическим безднам, прямо или косвенно обязанные своим рождением титаническим взрывам в атмосферах звезд нашей Галактики. Сегодня ясно, что генерация космических лучей есть явление универсальное — быстрые частицы обнаружены и в других галактиках, и в межзвездном пространстве, и в оболочках сверхновых звезд.

Вообще, я считаю, что если в минувшее столетие открытия физиков помогали астрономии объяснять многие процессы в космосе, то теперь уже астрономия стимулирует творческие исследования физиков. Ведь новые факты, раскрываемые астрофизикой, связаны со столь тонкими, глубокими свойствами вещества, что для их понимания требуется более быстрое развитие наших сведений об элементарных частицах, об электронно-ядерной плазме и сверхплотных состояниях материи.

Все это касается звезд, их жизненного цикла. Но не меньший интерес для наших земных дел имеет и

изучение процессов, происходящих на планетах Солнечной системы, очень не похожих друг на друга. Ведь если мы на Венере имеем дело с высокими поверхностными температурами, то ничего подобного не наблюдается у планет-гигантов Сатурна, Урана и Нептуна. У Сатурна и Нептуна верхние слои атмосферы достаточно прохладны. У планет-гигантов имеется масса характернейших особенностей. Например, у них нет твердых внутренних поверхностей. По своему химическому составу все они очень близки, видимо, к тому протовеществу, из которого сформировалась Солнечная система. Их атмосферы — это первичные атмосферы, сохранившие свою элементную структуру примерно в том же виде, в каком она была около 5 млрд. лет назад. Кстати говоря, она очень близка к химическому составу Солнца. В ней много водорода и гелия.

Особый интерес вызывает вулканическая активность, следы которой наблюдаются у тел Солнечной системы. Говоря об этом, мы имеем в виду, прежде всего, спутники больших планет, однако несомненные следы вулканической активности имеются также на Венере, Марсе. К сожалению, обнаружение этих следов у некоторых тел Солнечной системы затруднено в связи с тем, что внешний вид поверхностей планет подвергался в течение миллионов лет сильным изменениям из-за падения на них метеоритных тел. Поскольку это явление, как и вулканизм, ведет к образованию многочисленных кратеров, то для выделения чисто вулканических образований часто требуются более точные и тонкие наблюдения.

Необъятен космос, и необъятны качественные и количественные характеристики происходящих в нем событий и явлений. А это значит лишь одно для нашей науки: перспективы ее развития безграничны.

## Звезды смотрят вниз

Астрономия дает сегодня массу точнейших, безошибочных сведений и предсказаний — о движениях планет, периодах их противостояния, затмениях, о периодическом появлении комет, активности нашего светила и тому подобном. Но в то же время, как и во всякой прогрессирующей области познания, в астрономии очень много сфер, где все только в стадии становления. И здесь открывается широкое поле для предложений, а иногда даже предсказаний совершенно другого рода — гипотез, которые могут подтвердиться, а могут и нет. Если они получают общее признание, то становятся элементами той или иной теории, если нет — от них отказываются.

Не все концепции, которые рождены в Бюраканской обсерватории, получили повсеместное и безоговорочное признание у наших коллег. В этом нет ничего удивительного: ведь мы работаем, как я уже отмечал, на грани установленного, известного с еще не исследованным. И было бы непостижимым полное единодушие в истолковании тех или иных новых явлений и гипотез.

Например, в такой неопределенной области знания, как понимание Вселенной в целом (а эта область крайне неопределенна, потому что прямыми наблюдениями астрономов охвачена пока лишь небольшая ее часть), наибольшее распространение получило представление о том, что современная Вселенная возникла примерно 20 млрд. лет назад из некоего весьма плотного и горячего протовещества. Сегодня можно только гадать, каким было это прародительское вещество Вселенной, как оно образовалось, каким законам подчинялось и что за процессы привели к его расширению. Существует точка зрения, что с самого начала протовещество с гигантскими скоростями стало расширяться. На начальной стадии это колоссаль-

ной плотности однородное вещество разлеталось, разбегалось во всех направлениях и представляло из себя однородную бурлящую смесь неустойчивых, постоянно распадающихся при столкновениях частиц, среди которых были и такие, что доминируют в ней и сегодня: протоны, нейтроны, электроны и ядра гелия, а также фотоны, нейтрино и антинейтрино. Остывая и взаимодействуя на протяжении миллионов лет, вся эта масса рассеянного в пространстве вещества концентрировалась в большие и малые газовые образования, которые в течение сотен миллионов лет, сближаясь и сливаясь, превращались в громадные комплексы. В них, в свою очередь, возникают более плотные участки — там, где впоследствии и образуются звезды и даже целые галактики. Образуются они примерно по следующей схеме.

В результате гравитационной неустойчивости в разных зонах образовавшихся галактик могут сформироваться плотные «протозвездные» облака с массами, близкими к массе нашего светила.

Начавшийся в каждом из них процесс сжатия будет не только продолжаться, но и ускоряться под влиянием собственного поля тяготения. Процесс этот сопровождает свободное падение частиц облака к его центру — происходит явление, обычно называемое гравитационным сжатием. В центре облака образуется уплотнение, состоящее сначала из молекулярного водорода и гелия в тех пропорциях, в каких они входили в состав первоначального облака. Возрастание плотности и температуры в центре приводит к распаду молекул водорода на атомы, к ионизации атомов и образованию плотного устойчивого ядра протозвезды.

Ядро окружено сравнительно тонким слоем оседающего на него вещества облака. По наружной поверхности этого слоя проходит так называемый ударный фронт, температура в котором очень высока.

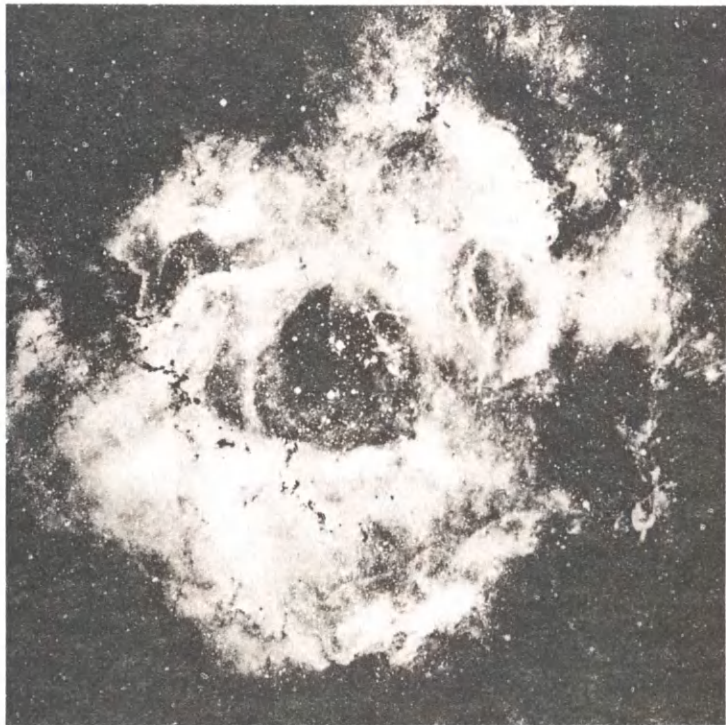
Ведь именно в эту поверхность врежется падающий на нее газ.

Непрерывное выпадение газа на поверхность ядра постепенно увеличивает массу ядра протозвезды. Через 1000 лет после образования протозвездного ядра его масса будет составлять уже заметную долю массы Солнца.

По мере роста массы ядра растет температура ударного фронта, и сравнимая с ней температура в центре ядра постепенно увеличивается до нескольких десятков и сотен тысяч градусов. Через десятки тысяч лет после образования ядра, когда температура в нем достигает необходимых величин, в ядре начинаются ядерные реакции, сопровождающиеся выделением колоссальной энергии. В свою очередь, ядерное горение приводит к циркуляции вещества во внешних слоях ядра — это явление носит название конвекции. Граничащие с зоной горения сильно нагретые слои вещества поднимаются вверх и, охладившись, вновь опускаются вниз. В течение всего продолжающегося процесса приращения массы звезды ядерное горение тяжелого водорода — дейтерия — является источником значительного количества энергии. Она переносится в наружные слои звезды конвекцией, частично выделяется наружу вместе с энергией, которая освобождается на поверхности ударного фронта. Сам процесс приращения массы звезды, играющий в излагаемой схеме основную роль, получил название стадии основной аккреции.

Огромная внешняя оболочка облака постепенно уменьшает свой объем из-за падения образующего ее вещества к центру протозвезды. Эта оболочка практически сохраняет постоянную температуру, при которой испускается инфракрасное излучение. Так как газ и пыль со всех сторон падают с ускорением к центру облака, их плотность с приближением к этому центру возрастает. На определенном расстоянии от

Туманность «Розетка»,  
составляющая  
центральную часть  
звездной ассоциации  
в созвездии Близнецов.



центра облака падающие газопылевые частицы начинают нагреваться идущим наружу (навстречу им) инфракрасным излучением и образуют поверхность, называемую пылевой фотосферой протозвезды; ее температура составляет несколько сотен градусов. Инфракрасное излучение, соответствующее именно

этой температуре, может зарегистрировать земной наблюдатель.

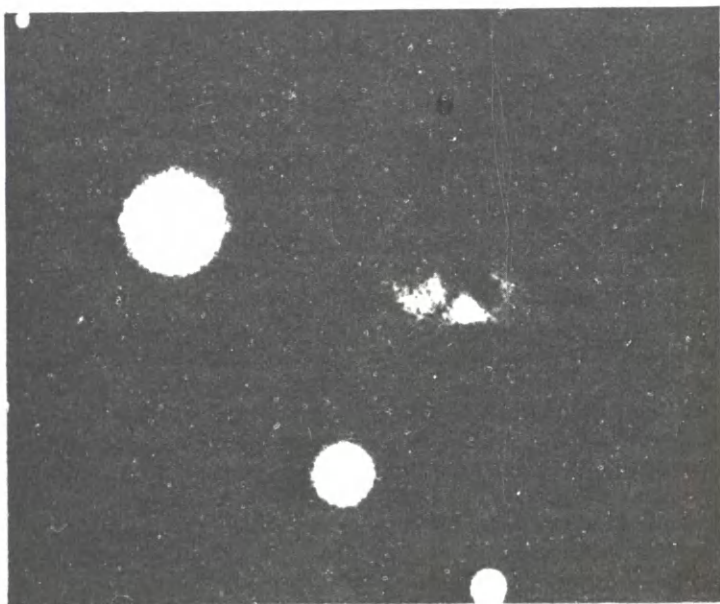
С дальнейшим приближением к центру протозвезды плотность ее пылевой оболочки продолжает возрастать, но одновременно растет и температура в этой оболочке.

Примерно через 50 тыс. лет конвекцией будет охвачена почти вся протозвезда, еще через такой же промежуток времени ее масса станет равной массе Солнца. В какой-то момент прекращается аккреция (выпадение на звезду остатков первоначального облака), но начнется медленное гравитационное сжатие ее. Через 25 млн. лет после начала всего процесса плотность в центре ядра станет максимальной, температура там поднимется выше 10 млн. градусов. Основой ядерных реакций при этом становится превращение водорода в гелий. Еще через 25 млн. лет звезда окончательно формируется, происходящие в ней процессы стабилизируются и будут поддерживать ее в достигнутом состоянии всю ее жизнь, а это миллиарды лет.

Такова классическая схема образования звезд из протооблака. Того или иного варианта ее придерживается ныне большинство теоретиков. Однако астрономы-наблюдатели, для которых важнейшим аргументом служат факты, относятся с некоторым скепсисом к этим представлениям теоретиков.

Например, мы в Бюракане придерживаемся иной концепции. Не вдаваясь в особо сложные теоретические выкладки, скажу лишь, что при обосновании классической схемы образования звезд и их больших и малых групп из диффузной материи — громадных по объему газовых облаков, туманностей — появляются просто непреодолимые трудности и противоречия.

Прежде всего возникают следующие вопросы. В наблюдаемой нами области нашей Галактики, в



звездных ассоциациях почти всегда присутствуют громадные по объему туманности, молекулярные облака (ГМО) чаще всего встречаются там, где происходят процессы звездообразования. Очень мало ГМО, в которых нет таких процессов. Но это означает, что ГМО должны иметь такой же возраст, что и молодые звездные группы — звездные ассоциации, т. е. порядка нескольких миллионов лет. Поэтому сказать, что звезды происходят из ГМО, — это значит ничего не решить, ибо сразу возникает вопрос: откуда воз-

никают ГМО? Сторонники гипотезы конденсации думают, что ГМО, в свою очередь, возникают в результате слияния облаков малых размеров, но пока все наблюдения свидетельствуют лишь о процессах рассеивания.

Выяснилось, что гипотетическое сжатие туманностей и молекулярных облаков реально нигде не наблюдалось. На самом же деле часто наблюдается прямо противоположный процесс: истечения массы вещества из центра этих звездных групп и из гигантских звезд с последующим рассеянием его в межзвездном пространстве.

Вывод напрашивается сам собой, и мы его сделали. Есть все основания полагать, что звезды, их группы, диффузная материя (облака, туманности) возникают одновременно в результате превращений (распада) плотных массивных тел незвездной природы — протозвезд. Могу добавить, что, хотя мы еще и не можем дать подробной характеристики вещества этой протозвезды, теоретические расчеты убеждают в большой вероятности его существования именно в тех состояниях, которые обеспечивают его переход, превращение в звезды и диффузную материю.

Правда, у сторонников классической схемы есть еще один довод. Ну хорошо, говорят они, истечение вещества из центра звездных групп и из массивных звезд действительно имеет место. Однако оно крайне ничтожно по сравнению со всей массой облака или туманности. Не станете же вы утверждать, что последние есть результат такого истечения?

Почему же не станем? Именно это мы и попытаемся объяснить при дальнейшем обосновании нашего взгляда, разумеется, на основе наблюдательных фактов. Кстати, считаю необходимым сказать, что идею о возникновении туманностей в результате истечения вещества из звезд еще до нас высказывал известный советский ученый Борис Александрович Воронцов-

Вельяминов.

Для примера проследим жизнь наиболее массивных звезд (их масса в 10 раз больше массы нашего Солнца).

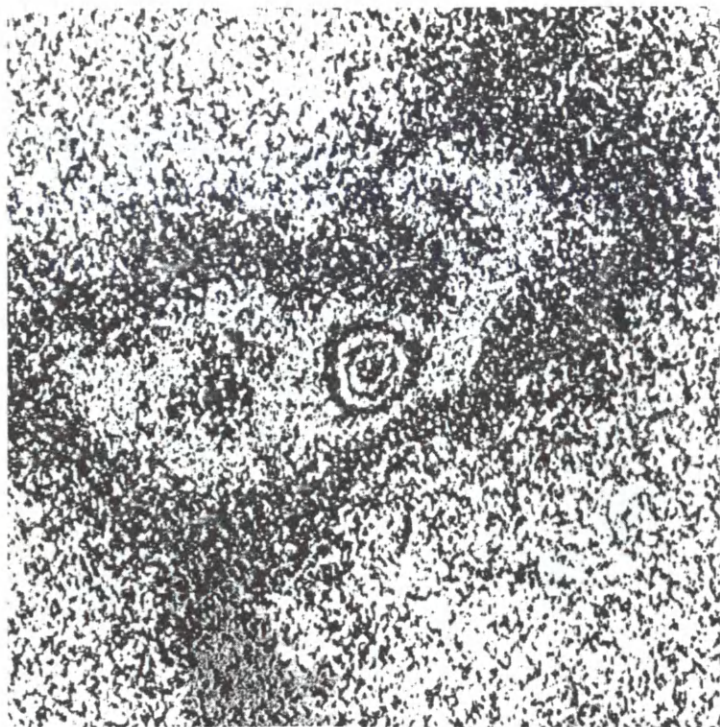
Так или иначе, но вот массивная звезда сформировалась. Что же ждет ее в будущем? После того как наступило равновесное состояние и пошли устойчивые, стабильные ядерные реакции, звезда, как говорят астрономы, выходит на главную последовательность. Говоря кратко, это такой график, на котором располагаются все звезды в зависимости от проходимой ими той или иной стадии своего развития. В течение продолжительного периода эволюции звезды — между ее рождением и последующим «угасанием», периода ее «зрелости», в ее недрах совершаются относительно стабильные водородные реакции, при которых синтезируются гелий и более тяжелые элементы.

В момент выхода (понятие, разумеется, весьма условное) звезды на главную последовательность температура ее ядра зависит прежде всего от массы «новорожденной»: чем больше масса, тем выше температура.

Есть еще одна фундаментальная закономерность в функционировании стационарной звезды: равенство генерируемой и испускаемой ею энергии. Сколько тепловой энергии генерируется, столько излучается (об этом говорит постоянство блеска звезд в течение очень больших временных периодов). Примером может служить хотя бы Солнце, ведь только его длительное относительное спокойствие позволило возникнуть и достичь столь высокого уровня земной жизни. Видимо, не надо специально пояснять: сильная вспышка, в десятки раз превосходящая обычный уровень светимости Солнца, привела бы к самым катастрофическим последствиям для жизни на Земле.

В новообразованной нашей звезде водорода много, запас его пропорционален массе звезды. Той же мас-

Изодегситометрический  
снимок кометарной  
туманности Парсамян 22.



се, но уже в четвертой степени пропорционален и расход горючего на производство энергии, на термоядерные реакции. А из этого следует, что времени, на которое хватает водорода для реакций (или, что одно и то же, времени жизни на главной последовательности), у массивных звезд значительно меньше.

Но вот наступает момент, когда водород в ядре звезды «выгорает» почти полностью, и оно сжимает-

ся, а затем постепенно разогревается и начинает расти. Когда же температура его вещества достигает порядка 100 млн. градусов, в нем снова начинается реакция, в которой «сгорает» не водород, а гелий.

Параллельно с этими процессами в ядре, в относительно тонком шаровом слое вокруг него, продолжаются водородные реакции, слой этот постепенно продвигается к поверхности звезды, внешние ее слои резко расширяются, радиус ее фотосферы растет в десятки раз, но температура наружных слоев падает. Звезда вступает в очередной свой цикл — становится так называемым красным гигантом. Сочетание гелиевых реакций в центре и водородных в наружных слоях характеризует энергетику этого периода, который по длительности все же гораздо меньше, чем пребывание звезды на главной последовательности.

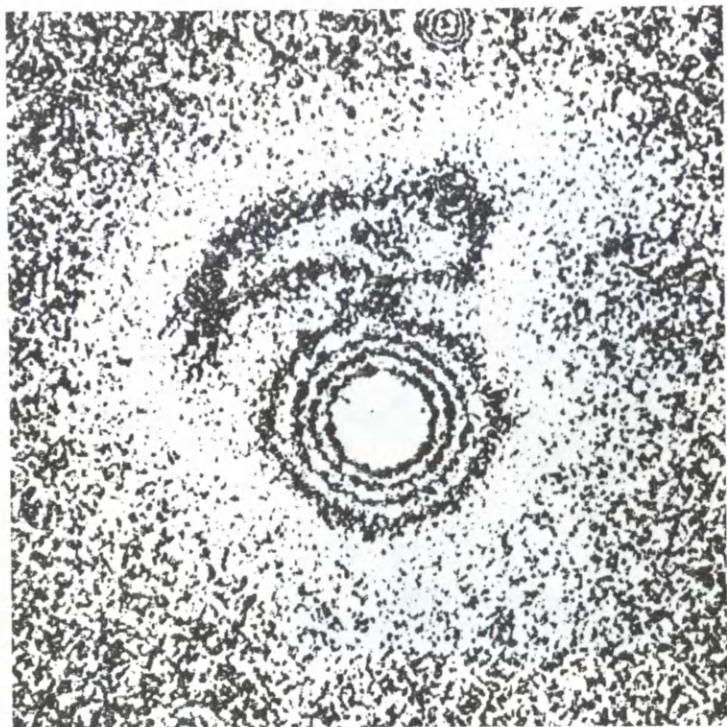
Наконец, водород во внешнем слое и гелий в ядре «выгорают», остатки наружной оболочки рассеиваются в межзвездном пространстве, ядро же совершает очередное сжатие. Теоретические выкладки утверждают, что у массивных звезд с прекращением выделения энергии после замирания ядерных реакций наступает цикл катастрофического сжатия до удивительно малых (при такой массе) размеров — порядка 10—20 км в диаметре. Плотность вещества достигает чудовищных величин, при которых электроны как бы впрессовываются внутрь ядра, где в результате их взаимодействия с протонами образуются нейтроны. Ядра атомов разрушаются, «раздавливаются» — основная часть этого катастрофически сжатого вещества превращается в нейтронный газ.

Не могу не напомнить, что саму возможность наличия и функционирования во Вселенной нейтронных звезд еще в 30-е гг. теоретически предсказал советский физик Л. Д. Ландау. В дальнейшем американский физик Р. Оппенгеймер развил подробную теорию нейтронных звезд. Широкую известность получил

Туманность в виде дуги,  
связанная со звездой  
HD 250550.



факт их наблюдательного открытия, когда в 1967 г. в Кавендишской лаборатории Кембриджского университета вдруг стали регистрироваться удивительно строго периодические радиоимпульсы. В первый момент некоторые ученые уже готовы были приписать их некой внеземной цивилизации, но наука очень скоро дала свой ответ. Источники этих сигналов — быстровращающиеся нейтронные звезды — пульсары. Они возникают в результате быстрого вращения нейтронной звезды, у которой на одной стороне находится источник радиоизлучения, а на другой такого



источника нет. Периоды пульсации нейтронных звезд, т. е. периоды их вращения, различны и составляют от нескольких миллисекунд до нескольких секунд. А потому сразу же было установлено, что размеры излучающего объекта не могут превышать по диаметру нескольких десятков километров, в противном случае скорость должна была бы быть больше скорости света, что недопустимо с позиций современной физики.

Сегодня физики и астрономы говорят еще об одной

Вспышка звезды в скоплении Плеяды (в центре). Каждая цепочка представляет



собой последовательность 10 экспозиций одной и той же звезды. 10-я экспозиция находится на несколько большем расстоянии. Это делается для того, чтобы быстро отличить друг от друга начальную и последнюю экспозиции. В центре снимка находятся 4 изображения вспыхивающей звезды. Во время первых 6 экспозиций эта звезда была настолько слаба, что соответствующие изображения не получились. Только вспышка сделала звезду настолько яркой, что она запечатлелась 4 раза.

разновидности завершающего этапа в эволюции звезд большой массы. Дело в том, что теоретические расчеты, основанные на одном из вариантов релятивистской теории тяготения, допускают и такую возможность, при которой коллапсирующие (т. е. катастрофически сжимающиеся) звездные ядра большой массы образуют не нейтронную звезду, а суперплотное тело — черную дыру — со столь мощным гравитационным полем, что даже возникающие в ней световые кванты не могут уйти с ее поверхности.

Она будет втягивать в себя внешние объекты, ничего при этом не испуская. Увидеть такую черную дыру обычным способом невозможно, однако ее мож-

но было бы обнаружить по взаимодействию с другими объектами. В частности, черная дыра должна отклонять проходящие мимо нее световые лучи. Пока наблюдательно не открыта ни одна черная дыра, но сегодня специалисты теоретически обсуждают их возможные свойства с целью облегчить обнаружение этих черных дыр, если они действительно существуют.

Современные данные астрономии совершенно определенно говорят, что стадия превращения массивной звезды в нейтронную может сопровождаться грандиозными даже для масштабов Вселенной взрывами. По терминологии астрономов, это вспышки Сверхновых, явление в общем-то достаточно редкое, особенно в нашей Галактике, если судить о том хотя бы по летописным источникам. Такую вспышку удалось увидеть в 1604 г. И. Кеплеру; современные же наблюдатели отмечают их и в других галактиках. И вот что характерно: по мощности излучения (в его максимальном пике) вспышка Сверхновой превышает или равняется суммарной мощности излучения миллиардов звезд галактики, в которую она входит. А за период яркого свечения (он длится примерно год) она излучает такое количество энергии, на которое нашему Солнцу понадобилось бы свыше миллиарда лет. При этом Сверхновая выбрасывает огромные массы газа с космическими скоростями от 7 тыс. до 15 тыс. км/с.

Так представляем мы сегодня рождение и жизнь звезд. До сравнительно недавнего времени общепринятым был взгляд на Вселенную как на некую статическую совокупность всех ее объектов и параметров. Под этим понималось, в частности, что процессы образования звезд и галактик закончились в какой-то вполне определенный момент миллиарды лет назад. Положение это совершенно определенно противоречило основным принципам материалистической диа-

лектики, согласно которым окружающая нас природа постоянно развивается. Но отсутствие достаточного количества обоснованных наблюдательных данных не позволяло разрешить это противоречие. Не позволяло до тех пор, пока на помощь астрономам не пришли более точные и тонкие инструменты и методы исследования, данные, полученные радиоастрономией, ультрафиолетовой астрономией, рентгеновской и микроволновой. Используя современные телескопы, свой вклад в создание современной космогонии внес и коллектив Бюраканской астрофизической обсерватории.

## **Взрывная активность звездных миров**

Если в ясную безлунную ночь повнимательнее присмотреться к характерной полосе Млечного Пути, то нельзя не увидеть, что она как бы по большому, гигантскому кругу пересекает всю небесную сферу. И мы, наблюдатели на Земле, оказываемся почти в плоскости этого круга. Отчетливо заметно, что эта полоса делается ярче и шире — там, где центр Млечного Пути нашей Галактики, которая включает в себя, согласно нынешним данным, около 400 млрд. звезд.

Как же устроена, по современным воззрениям, наша Галактика? Если бы сторонний наблюдатель смог разом увидеть ее со стороны, сбоку, она представилась бы ему в виде огромного диска, диаметром 30 000 пс, сплюснутого по краям и с шаровидным ядром в самом центре. Взгляд же на нее сверху позволил бы увидеть достаточно четко ее спиралевидное строение. Наша Солнечная система располагается далеко от ядра, на расстоянии примерно 10 000 пс, на периферии одного из спиральных рукавов, медлен-

но вращающегося, как и все остальные, вокруг центра. Скорость этого вращения, согласно последним оценкам, составляет около 230 км/с, это значит, что на полный оборот уходит примерно 200 млн. лет.

Кстати, парсек — единица для измерения расстояний, принятая в астрономии и равная 206 265 астрономическим единицам. А сама астрономическая единица определяется как среднее расстояние от Земли до Солнца и равняется 149 597 870 км. Парсек — единица расстояния введена лишь затем, чтобы легче было оперировать при расчетах с огромными числовыми значениями.

Своеобразными индикаторами расстояний для астрономов служит определенный класс переменных звезд, которые получили название «цефеиды». Блеск цефеид меняется строго периодически. Однако различные цефеиды имеют разные значения периода (от 1 до 50 суток). Из наблюдений найдена связь между длиной периода и светимостью цефеиды. Поэтому по длине периода можно определить достаточно надежно светимость цефеиды, а сравнивая светимость с видимым блеском, мы можем определить ее расстояние от нас. Поскольку в отдаленных звездных системах всегда имеются в том или ином количестве цефеиды, то с их помощью мы можем определить расстояние этих систем до нас.

Спирали Галактик состоят из звезд, газа и пыли. Часть звезд концентрируется в скоплениях двух типов — рассеянных и шаровых. В рассеянных обычно содержится от нескольких десятков до нескольких тысяч звезд. Шаровые включают десятки и сотни тысяч звезд, причем к центру скопления плотность их резко возрастает. В силу образующегося при этом мощного поля тяготения скопления и принимают правильную сферическую форму.

Члены скопления движутся вокруг его центра массы, а само скопление вращается вокруг центра

Галактики. Как правило, рассеянные скопления расположены вдоль Галактической плоскости, в спиральных рукавах. Шаровые же — их сегодня известно более 130 — тяготеют к центру Галактики, к ее плотному утолщению — астрономы именуют его балджем.

В Галактике наблюдаются и планетарные туманности, а также темные и светлые протяженные туманности, состоящие из пылевых частиц, атомов и молекул газов, в основном водорода (вообще нужно заметить, что это наиболее распространенный элемент Вселенной). В центральной зоне Галактики встречаются компактные облака ионизованного газа. Дальше от нее расположена зона, заполненная в основном нейтральным водородом.

До сравнительно недавнего времени мы располагали, как выяснилось, совершенно недостаточными знаниями о структуре и составе Галактики. Не только ее периферии, но и самого центра. Решительный перелом в изучении этих вопросов произошел благодаря развитию радиоастрономии, ультрафиолетовой астрономии и рентгеновской астрономии.

Показателен факт: если еще в середине 70-х гг. считалось, что общая масса Галактики имеет порядка 300 млрд. масс Солнца, то теперь получены весьма убедительные данные, что она равняется примерно 2100 млрд. масс нашего светила. Точно так же второе возросло и уточненное значение радиуса Галактики. Больше того, многие исследователи на основе изучения рентгеновского и инфракрасного излучения источника, находящегося в центре Галактики, — его диаметр не превышает 10 астрономических единиц (т. е. 10 расстояний от Земли до Солнца), а масса вполне может составлять десятки миллионов масс Солнца, — высказывают мнение, что это сверхмассивное тело, а согласно взглядам некоторых ученых, это, возможно, сверхмассивная черная дыра.

**Звездная ассоциация  
h и x Персея.**



Ученые Бюраканской обсерватории и в изучении галактических и внегалактических объектов концентрируют свое внимание на нестационарных объектах. Мы занимаемся физической природой отдельных галактик и отдельных их скоплений. Сверхскоплениями мы вообще не занимаемся. О том же, что нам удалось в этой области, пожалуй, сами по себе достаточно красноречиво говорят термины, привнесенные нами в астрономию и ставшие общепринятыми, такие, как «звездные ассоциации», «активность ядер галактик», «кратные системы типа Трапеции» и др.

Что же стоит за этими понятиями? Попробую, разумеется в общих чертах, пояснить самые важные положения разрабатываемой в Бюракане концепции.

До недавней поры господствовала такая точка зрения: процессы звездообразования и галактикообразования в основном закончились на каком-то давно минувшем этапе и теперь Вселенная эволюционирует в стабильных, стационарных условиях, без особых катаклизмов. Но при более тщательном анализе накопленных наблюдательных данных выяснилось, что подлинная картина мироздания очень далека от подобной статической идиллии.

Первые прямые свидетельства о различиях в возрасте звезд и звездных групп были получены на основании изучения входящих в Галактику звездных скоплений. При этом речь идет об открытых скоплениях, т. е. о звездных группах, содержащих от нескольких десятков до нескольких тысяч звезд. Звезды каждой из таких групп связаны в одну систему силами взаимного тяготения. Под влиянием тех же сил они совершают свои движения внутри скопления.

Расчеты показали, что каждая группа в течение своей жизни подвергается своеобразному процессу «испарения». В результате взаимодействий между звездами некоторые члены скопления выбрасываются из него. Через какое-то время каждое такое скопление должно рассеяться в пространстве, поскольку обратного процесса — вхождения посторонней звезды в скопление — не существует. Оказалось, что некоторые из наблюдаемых скоплений должны разрушиться (испариться) за 100 млн. лет — срок очень небольшой по сравнению с возрастом Галактики, который оценивается цифрой порядка 10 млрд. лет. Но мы все же наблюдаем подобные скопления! Значит, они возникли не с момента появления галактической системы, а родились и затем должны исчезнуть на со-

временной стадии ее развития.

Еще более поразительные результаты были получены в процессе исследования звездных ассоциаций. Эти сравнительно разреженные группы звезд неустойчивы и должны распадаться за время порядка 10 млн. лет. Это значит, что эти системы образовались буквально «на наших глазах». Изучение звездных ассоциаций в Бюракане показало, что в них помимо других объектов имеются группы, каждая из которых состоит из нескольких звезд (от 3 до 10). Эти группы получили название «кратных систем типа Трапеции». Это название им было дано для того, чтобы отличить их от обыкновенных кратных систем, которые часто называют также иерархическими.

Поясним устройство, например, тройной иерархической системы: две звезды А и В находятся близко друг от друга и обращаются вокруг общего центра тяжести, а третья звезда С отдалена от А и В на расстояние, в несколько раз превосходящее расстояние АВ. В такой иерархической системе возможны довольно регулярные движения: А и В обращаются вокруг общего центра тяжести по эллиптическим орбитам, а С обращается вокруг АВ почти так же, как обращалась бы вокруг единого массивного тела, т. е. опять по эллиптической орбите, но гораздо большего диаметра. Точно так же устроены иерархические системы, состоящие из четырех, пяти, шести и более звезд.

Скажем, четвертая система типа Трапеции состоит из четырех звезд, в которой все расстояния между компонентами одного порядка. Движения в таких системах не могут быть сведены к регулярным эллиптическим. Анализ, проведенный, в частности, с помощью вычислительных машин, показывает, что такие системы должны распадаться по тем же причинам, по которым распадаются открытые скопления. Но время существования системы здесь короче, час-

то меньше одного миллиона лет.

Таким образом, был установлен факт рождения и последующего рассеяния разного рода звездных групп, что означало, что не может быть и речи об образовании звезд Галактики одновременно в какую-то очень давнюю эпоху.

В результате изучения звездных ассоциаций удалось выяснить, какие из различных физических типов наблюдаемых звезд являются молодыми, отличить их от старых звезд.

В вопросах изучения звездных ассоциаций мы значительно продвинулись вперед за последние годы. Во многих звездных ассоциациях найдены области «современного звездообразования», в них обнаружены звезды, возраст которых не превышает 100 тыс. лет.

Обратим внимание еще на такие факты: звезды возникают скоплениями, т. е. процесс звездообразования носит групповой характер; в начальной стадии эволюции процесс формирования звезд связан с их рассеянием в пространстве. Кроме того, каждый из членов звездных ассоциаций непрерывно выбрасывает вещество в окружающее пространство — это установлено спектральными наблюдениями. Следовательно, основной тенденцией в процессе звездообразования является рассеяние вещества. Этот вывод опровергает взгляды космогонистов-теоретиков прошлого и первой половины настоящего столетия.

Работы, выполненные в Бюракане, позволили установить, что эволюционные процессы во Вселенной должны идти обязательно в направлении сгущения вещества. По аналогии мы подошли и к решению вопроса об эволюции галактик. Иными словами, если в звездном мире расширение и рассеяние материи оказались основной тенденцией, то аналогичные процессы могли быть характерными и для галактик. Оказалось, что во внегалактической астро-

нонии как будто все было специально подготовлено для применения таких понятий, как расширение, рассеяние и взрыв. Именно в 50-х гг. выяснилась ошибочность представления о том, что радиогалактики появляются в результате столкновения двух галактик. Исследования в Бюраконе показали, что каждая радиогалактика<sup>1</sup> — это результат взрыва, происшедшего миллионы лет назад в ядре обыкновенной галактики. Теперь уже трудно найти астронома, который решился бы защищать устаревшую точку зрения о столкновении двух галактик.

Идея о взрывах в ядрах галактик, развиваясь, стала основой представления об активности ядер галактик.

В результате в середине 50-х гг. у нас в Бюраконе взамен старого представления о том, что ядро каждой галактики является просто областью максимальной плотности звездного «населения», возникла идея об активности ядер галактик, получившая в дальнейшем всеобщее распространение. Я здесь не буду останавливаться на многочисленных работах по изучению процессов активности ядер в различных галактиках, которые выполнены в Бюраконе и ныне хорошо известны.

Дальнейшее развитие идеи об активности ядер галактик привело нас в конечном счете к предположению о том, что каждая галактика является как бы суммарным результатом длительной активности ее ядра. Иными словами, жизнь галактики начинается с активных процессов в ее ядре.

Мы понимали, что в те годы, когда это предположение было высказано, оно могло показаться чрезвычайно смелым. Однако после открытия квазаров, с их очень высокой степенью активности, стало

---

<sup>1</sup> Радиогалактиками ученые называли такие галактики, у которых мощность излучения радиоволн близка к световому излучению.



очевидным, что ядро галактики в начальный период ее существования может обладать энергией (а также свойством выбрасывать материю), вполне достаточной для формирования многих ее будущих деталей, а может быть, и всей их нынешней совокупности. Теперь уже эту гипотезу редко кто считает чрезмерно смелой. Ведь, в самом деле, изучение галактик

определенного типа позволяет уверенно сказать, что именно ядро дает начало по крайней мере значительной части находящегося в них межзвездного вещества. Поэтому, скорее, сейчас дискуссии подлежит вопрос о том, какая доля, какие массы данной галактики обязаны в конечном счете ядру и возможно ли их иное происхождение. Окончательный ответ на этот вопрос будет дан, конечно, еще не скоро, но необходимость получения наблюдательного материала для его решения открывает интересные пути для развития нашей концепции.

Однако мы обязаны оговориться, что и здесь имеется одно фундаментальное различие между нашими взглядами и воззрениями большинства теоретиков. Если последние считают, что истечение вещества и другие признаки активности ядра вторичны, а первична гипотетическая аккреция (т. е. выпадение) исходного диффузного вещества на ядро, то мы склонны думать, что основным фактором является истечение вещества и энергии из ядра, которое сначала было изолированным и постепенно создало вокруг себя галактику. Но тут мне хочется сослаться, в частности, на обзор известного астронома профессора Я. Оорта «О ядре нашей Галактики». Он привел чрезвычайно интересные данные об интенсивных истечениях из сравнительно маломассивного небольшого ядра нашей Галактики и о мини-спиралях, расположенных в области размерами 2 пс вокруг ядра. Эти новые данные, хотя и относящиеся к сравнительно малоактивному ядру, несомненно, являются крупными аргументами в пользу нашей точки зрения. Отмечу также, что многое можно ожидать от изучения сверхассоциаций. Оно было начато в Бюракане и сейчас ведется во многих обсерваториях мира. Особого внимания заслуживают работы о связи, существующей между сверхассоциациями и ультрафиолетовыми галактиками, большие списки которых опубли-

ликованы бюраканскими астрономами.

Так или иначе, но новые интересные исследования в данном направлении вселяют в нас более твердую уверенность в нашей правоте. В частности, уникальные материалы получили мы благодаря автоматической обсерватории «Астрон», работающей на высокоапогейной орбите в космосе. На ней установлены, как известно, самый крупный орбитальный ультрафиолетовый телескоп и счетчик для регистрации рентгеновского излучения. Наряду с другими нашими коллегами мы также принимали участие в составлении программы для астрономических исследований. С помощью ультрафиолетового телескопа станции получены спектры более 20 галактик. Эти результаты стали возможны благодаря оригинальному техническому решению вопросов нашими специалистами, которые предложили свою прецизионную систему наведения и стабилизации космического телескопа. Выяснилось, что многие галактики обладают мощным ультрафиолетовым излучением. А это несомненное свидетельство интенсивных процессов звездообразования. К тому же у целого ряда звезд зафиксировано истечение вещества и с их поверхности со скоростями до 1000 км/с и более. В этих и других данных, полученных с помощью «Астроны», мы видим веские доводы в подтверждение своей концепции.

Выше мы отметили, что основным содержанием исследований коллектива Бюраканской обсерватории является физика звезд и галактик и исследование эволюционных процессов в них. Но Вселенная имеет в известной степени иерархическую структуру. Звезды входят в галактики, а галактики являются членами скоплений галактик. В свою очередь скопления галактик являются членами еще более грандиозных сверхскоплений галактик.

Встает вопрос: свойственны ли им явления распа-

да, расширения и взрывов, которые играют столь решающую роль в жизни звезд и галактик? Пока не выяснены основные закономерности жизни этих систем высокого порядка, трудно дать на этот вопрос окончательный ответ. Но никаких данных, противоречащих представлениям о нестационарности этих более высоких систем, тоже пока нет.

Но так или иначе наблюдения скоростей удаления от нас галактик, входящих в отдаленные скопления, заставили астрономов развить представление о «расширяющейся Вселенной». Хотя можно и не согласиться с отдельными аспектами этих представлений, все же нет сомнения в том, что наблюдаемое удаление от нас (и друг от друга) отдаленных галактик есть еще одно проявление нестационарности, которую мы видим повсюду во Вселенной. Поэтому мы с интересом ожидаем новых открытий в этой области.

Итак, подведем некоторые итоги. Всего лишь каких-нибудь 35 лет назад астрофизики обнаружили, что сложившиеся на протяжении веков представления о спокойном, плавном, медленном течении процессов космической эволюции нуждаются в коренном пересмотре. Наряду с медленными изменениями во Вселенной повсюду были открыты гигантские взрывы, выбросы колоссальных масс вещества, появление и исчезновение сверхмощного излучения, происходящие в разных местах и в разное время. Взрывающиеся, нестационарные объекты представляют собой закономерные фазы эволюции космических тел и их систем. Их изучение способствует пониманию прошлого и будущего окружающей нас Вселенной.

Отдельные, правда, немногочисленные факты, которые довольно ясно свидетельствовали о происходящих во Вселенной изменениях, были известны начиная уже с глубокой древности. Однако их правильное истолкование было тогда невозможным, так

как противоречило общепринятой догме о неизменности мира. Но сохранившиеся в старинных хрониках и летописях свидетельства о наблюдениях Новых и Сверхновых звезд оказались интересными для современных астрофизиков.

В эпоху Галилея и Кеплера неожиданное появление на небе необычайно ярких светил (1572 и 1604 гг.) буквально взбудоражило всех — астрономов и неастрономов. Но тогда эти явления стремились как-то объяснить (иногда довольно хитроумными и изощренными способами), сохранив в неприкосновенности догму о неизменности свойств небесных тел. Сейчас подобные объяснения могут вызвать разве только улыбку. Однако поучительно, что на протяжении всей истории астрономии наблюдаемые время от времени скоротечные процессы во Вселенной до такой степени не укладывались в старые представления, что астрономы в большинстве своем предпочитали воздерживаться от попыток их объяснения. Например, в эпоху зарождения эволюционных идей в астрономии, связанных с именами Канта и Лапласа, известные данные об изменениях на небе иногда бегло упоминались как нечто способное вызвать изумление. Но в эволюционных концепциях они не находили себе места, поскольку не укладывались в предлагавшуюся тогда схему образования космических тел и систем путем их конденсации из рассеянного вещества. Когда же, спустя примерно столетие после появления первых космогонических гипотез, усовершенствование оптических средств исследования Вселенной стало все чаще приводить к обнаружению сравнительно быстрых изменений светимости небесных объектов, их стали включать в эволюционные схемы как аномалии. Это было удобно и просто — объявить их выпадающими из общего хода космической эволюции. В частности, феномен Новых звезд стали объяснять столкновением двух потухших светил, случайно

встретившихся в пространстве. По существу, схема Канта—Лапласа была дополнена идеей, восходящей к Бюффону, согласно которой катастрофические процессы могут играть определенную роль в жизни Вселенной (Бюффон, как известно, применил свою идею к объяснению возникновения Солнечной системы).

Со временем, однако, взгляд на нестационарные объекты во Вселенной как на досадные исключения из общего правила пришел в разительное противоречие с накопленными фактическими данными. Оказалось, что Новые и Сверхновые звезды представляют собой взрывающиеся космические тела. Кроме того, во Вселенной открывали все больше и больше нестационарных объектов, обнаруживая все новые и новые их типы.

Анализ сложившейся ситуации еще в 30-х гг. XX в. привел к выводу, что на самом деле быстрые изменения являются закономерными фазами процессов космической эволюции, которые связаны со скачкообразными изменениями состояния и рождением новых космических объектов.

Важнейшим этапом в открытии и изучении взрывных явлений во Вселенной стали 40-е и 50-е гг. Этому способствовало появление нового, революционного по своему значению метода изучения космических тел — радиоастрономического метода. Становлению этого метода у нас в стране способствовали такие широко известные исследователи, как В. В. Виткевич, И. С. Шкловский и В. С. Троицкий.

В 1952 г. американскими астрофизиками В. Бааде и Р. Минковским были открыты радиогалактики, т. е., как я уже отмечал, галактики с мощным радиоизлучением. Было установлено, что радиогалактики часто содержат пару огромных облаков, состоящих из частиц высоких энергий. Эти облака и являются непосредственными источниками радиоизлучения.

Откуда же они взялись?

Широкое распространение получила тогда гипотеза, согласно которой радиогалактики возникают вследствие столкновений обычных галактик. Иными словами, была предпринята попытка распространить и на радиогалактики действие того же самого механизма, который в свое время был предложен Бюффом. Хотя гипотеза столкновений казалась некоторым астрономам надежно обоснованной, она уже в момент своего появления противоречила известным фактам.

В Бюраканской обсерватории в 1955 г. была выдвинута концепция, исходящая из прямо противоположной идеи. Было показано, что радиогалактики представляют собой продукт грандиозных взрывов в ядрах галактик. Иными словами, они являются результатом внутренних процессов, происходящих в этих ядрах. В свою очередь, ядра рассматривались как сверхмассивные и, может быть, даже сверхплотные тела — новые космические объекты, природа которых еще подлежит выяснению. Радиогалактики лишь один из результатов проявления активности ядер. Другими формами активности ядер являются выбросы плотных сгущений размером с небольшие галактики, деление ядра на два и более сравнимых по масштабам компонента, выбросы газовых струй и т. д. Активность является собственным (можно сказать, внутренним) свойством таких гигантских тел. Конечными продуктами активности ядер могут быть, с излагаемой точки зрения, все основные компоненты структуры галактики, включая звездные группы и скопления. Они возникают путем последовательной фрагментации — распада на части того самого гипотетического сверхплотного вещества.

Дело в том, что раньше ядра галактик традиционно рассматривались просто как центральные сгущения, означающие лишь, что пространственное рас-

пределение звезд достигает максимума в центре Галактики. Существование в ядрах галактик неизвестных сверхмассивных тел, проявляющих многообразные формы активности, противоречило прежним представлениям об эволюции галактик. Но дальнейшие исследования полностью подтвердили наши выводы об активности ядер.

Здесь в первую очередь следует отметить открытие квазаров, сделанное американским астрофизиком М. Шмидтом и его сотрудниками. Квазары — это компактные сверхмассивные объекты, часть которых представляет собой как бы голые галактические ядра чудовищной светимости. Светимость квазаров в оптических лучах превосходит в 100, а иногда и более раз суммарную светимость всех звезд гигантской звездной системы, подобной, например, нашей Галактике или галактике в созвездии Андромеды. Первые из открытых квазаров являлись также источниками мощного радиоизлучения, но впоследствии оказалось, что во Вселенной имеется много «радиоспокойных» квазаров.

Выяснилось, что светимости некоторых квазаров могут подвергаться сильным и часто весьма быстрым колебаниям. На короткие сроки (порядка месяцев, а иногда — нескольких лет) светимости отдельных квазаров заметно увеличиваются. Происходят как бы вспышки и без того ярких объектов. Уже известны случаи, когда в максимуме такой вспышки квазар достигал светимости, в несколько тысяч раз превышающей суммарную светимость нормальной сверхгигантской галактики. Это еще одна форма активности ядер галактик, поражающая масштабами энерговыделения.

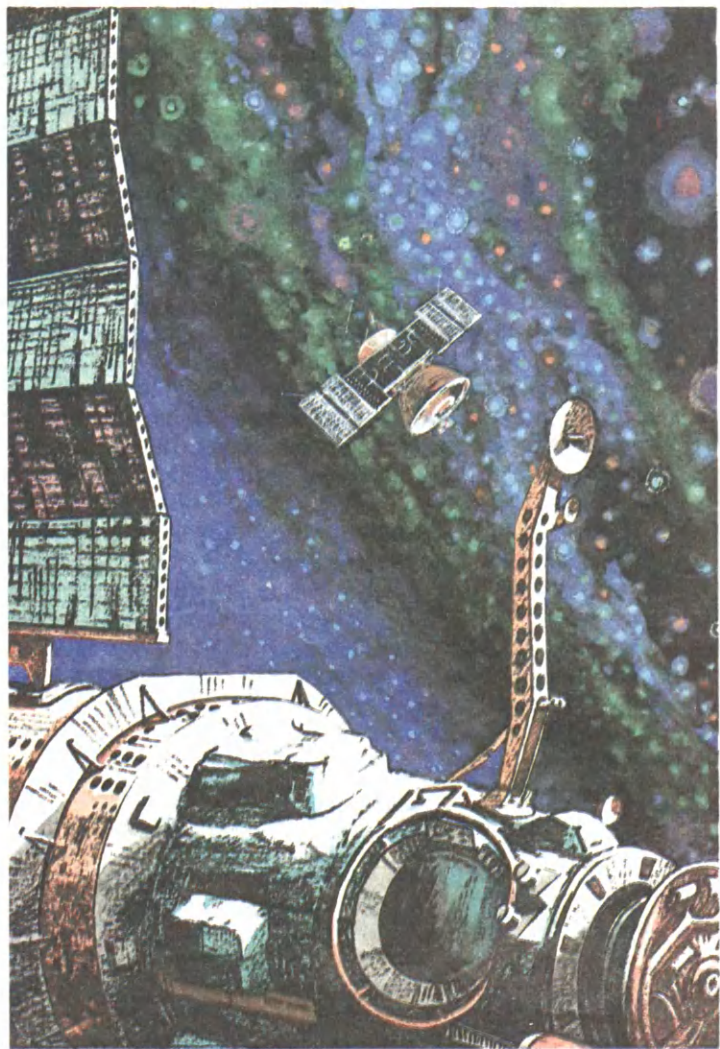
Огромный интерес представляют также интенсивно исследуемые за последние годы галактики с избыточным ультрафиолетовым излучением. По имени астрофизика, открывшего большинство из них и

составившего их первые списки (каталоги), они получили название галактик Маркаряна. Часть из них обладает мощными ядрами. Обнаружен ряд случаев, когда взрывная активность ядер галактик Маркаряна проявлялась почти буквально на глазах исследователей.

Сегодня доказано, что активные взрывные процессы могут происходить время от времени даже и в ядрах обычных галактик. Особенно интересны данные, свидетельствующие об активности ядра нашей Галактики и выбросах вещества из него, если не в настоящую эпоху, то в относительно недавнем прошлом.

Многочисленные проявления взрывной активности обнаружены на всех структурных уровнях Вселенной. Большой интерес представляют проявления нестационарности на ранних стадиях звездной эволюции, например вспышки, когда за сравнительно короткое время в виде дискретных, прерывистых порций освобождаются большие количества энергии. Установлено, что вспышечная активность является обязательным свойством молодых звезд. Все предложенные до сих пор теоретические модели не дают оптимального ответа на вопрос, откуда же берется энергия вспышки. Представления, развиваемые в Бюраконе, позволили выдвинуть следующую качественную схему этого явления.

В недрах молодых звезд остаются отдельные, еще не распавшиеся сгустки сверхплотного протозвездного вещества. Они могут распадаться как во внутренних, так и во внешних слоях звезд, освобождая большое количество энергии. При распаде их в атмосфере звезды или даже вне звезды мы будем наблюдать явление оптической вспышки. Следует считать вероятным, что гамма-всплески, наблюдаемые со спутников, будучи явлениями более крупного масштаба, должны иметь много общего с оптическими



вспышками. Кратковременность гамма-всплесков служит прямым указанием на ядерную природу источников вспышек.

Не могу не отметить, что с точки зрения наших представлений о коренных процессах во Вселенной, несомненный интерес представляют и совершенно неожиданные, поразительные факты взрывных процессов в Солнечной системе. Многие из них открыты с помощью космических аппаратов, но немалую роль сыграли наблюдения, выполненные наземными средствами. Оказалось, что вулканическая активность является одним из факторов эволюции не только Земли, но и других планет земной группы — Меркурия, Венеры, Марса. Буквально ошеломляющее впечатление не только на астрономов, но и на самые широкие круги научной общественности произвело недавнее открытие американскими станциями «Вояджер» активной вулканической деятельности на Ио — одном из спутников Юпитера. Это открытие явилось для некоторых подлинной научной сенсацией. А между тем наличие вулканизма у спутников Юпитера было предсказано еще в 40—50-е гг. советским астрофизиком С. К. Всехсвятским. Ему же принадлежит предсказание наличия метеоритного кольца вокруг Юпитера, что позже нашло блестящее подтверждение.

Таким образом, представления о взрывных процессах во Вселенной разворачиваются все более стремительно и притом возрастающими темпами. Полностью подтвержден вывод о том, что эти процессы являются закономерными фазами космической эволюции. Но успехи в их теоретическом толковании, если, конечно, отвлечься от множества умозрительных гипотез и моделей, следует признать пока не слишком значительными.

Некоторые теоретики высказывают точку зрения, что активные ядра способны формироваться в галактиках лишь на некоторых этапах жизни галактики

из материала, поступающего из ее периферийных частей. Ими разрабатываются разнообразные варианты теоретических схем, которые могли бы объяснить механизмы этих процессов. Одна из моделей рассматривает, например, схему аккреции. Но все подобные модели далеко не свободны от серьезных недостатков. Не представляют, на наш взгляд, исключения и модели, согласно которым в ядрах галактик существуют сверхмассивные черные дыры. Существование черных дыр во Вселенной вполне возможно. Оно предсказывается наиболее распространенным вариантом теории тяготения. Но наблюдаемые в ядрах галактик явления активности едва ли могут быть объяснены наличием черной дыры в силу их повторяемости. К сожалению, до сих пор не было и серьезных попыток объяснения явлений периодической активности ядер галактики, исходя из представления о черных дырах.

А с другой стороны, наблюдаемые выбросы из ядер говорят о прямо противоположном процессе — об обогащении самой периферии галактик за счет материала ядер, а не наоборот. Это дало основание выдвинуть гипотезу о том, что на самом деле именно ядро создает вокруг себя галактику.

Конечно, окончательным судьей в споре различных концепций космической эволюции могут быть только новые наблюдения. Пока что фактов, позволяющих строить надежно обоснованные теории, недостаточно. Но все же представляется, что концепция повсеместно происходящего последовательного деления сверхплотной массы и превращения ее в менее плотные объекты получает в свою пользу все новые аргументы.

Эта концепция помимо предсказания активности ядер галактик послужила основой и для других принципиально новых предсказаний. Одно из них — о возможном вращении нашей Вселенной как цело-

го — было сделано в 1975—1976 гг. советским физиком Р. М. Мурадяном. Он исходил из гипотетического понятия о сверхтяжелых элементарных частицах, названных суперадронами. Дело в том, что, согласно представлениям физики элементарных частиц, между массой и вращательным моментом частиц имеется взаимосвязь. Если правы те, кто утверждает, что Вселенная (наша Метагалактика) родилась в результате распада одной сверхтяжелой элементарной частицы, условно названной первичным адроном, то теоретически можно предсказать, что Вселенная должна вращаться, совершая один оборот за тысячу миллиардов лет. Эту идею и сформулировал Мурадян. Его концепция еще раз свидетельствует о неразрывной связи явлений микромира и мегамира, дает очень интересные результаты в применении к проблеме происхождения вращательного момента галактик: в настоящее время сопоставляется с наличием фактов асимметрии в распределении направлений поляризации излучения радиогалактик.

Итак, если вкратце суммировать основные теоретические положения коллектива Бюраканской обсерватории, их основные взгляды на нынешнюю картину мироздания, то можно сказать следующее. Большое число бесспорных наблюдательных данных, математических расчетов, весьма убедительных концептуальных построений поставили под серьезное сомнение многие положения космогонистов даже сравнительно недавнего прошлого. В первую очередь о стационарности Вселенной и ее объектов, о формировании последних путем постепенной конденсации первоначально рассеянных в пространстве газопылевых образований.

Современные исследования выявляют совершенно иную картину, иные процессы. Образование звезд и галактик продолжается и в наше время. Метагалактика, в которой Млечный Путь всего лишь песчинка,

с громадной скоростью расширяется, причем удвоение ее объема происходит примерно за каждые 10 млрд. лет. И повсюду — в нашей и дальних галактиках, — наряду с относительно спокойно происходящими изменениями, наблюдаются явления эволюционного порядка, масштабы которых не могут не поражать воображение. Происходят исполинские взрывы, выбрасываются колоссальные массы вещества.

За последние 16 лет функционирования нашей обсерватории ее сотрудники открыли 1500 галактик с так называемым избыточным ультрафиолетовым излучением. Центральная часть этих чрезвычайно далеких объектов обладает удивительной активностью, она излучает гигантские потоки энергии определенно незвездного происхождения. Из этих ядер какие-то прототела, по-видимому, дозвездной природы выбрасывают мощнейшие потоки вещества со скоростями в тысячи километров в секунду. Наши исследования неопровержимо свидетельствуют, что некоторые из непреходящих структурных компонентов таких галактик, например их спиральные рукава, являются прямым продуктом истечения вещества из ядер. Мы приходим к твердому убеждению, что и некоторые, так называемые карликовые галактики не что иное, как тоже продукт выброса из центра. Особенно же впечатляют в обосновании наших представлений о суперплотных прототелах квазары. Это как бы своего рода голые галактические ядра очень высокой светимости.

Любопытно, как меняются старые воззрения, например, на природу и физику «энергетической топки» нашего Солнца. Принятое объяснение ее термоядерными реакциями сегодня вызывает некоторые сомнения. Исследования академика Андрея Борисовича Северного и его коллег из Крымской обсерватории привели к открытию пульсаций в поверхност-

ных слоях светила: период таких пульсаций никак не связывается с принятыми моделями внутреннего строения нашей звезды, теорией, объясняющей природу ее энергии.

Наконец, еще два соображения не в пользу концепции газопылевой «родословной» космических объектов. Астрономам хорошо известна концепция видного русского ученого академика Федора Александровича Бредихина. Он выдвинул гипотезу о том, что метеоритные потоки образуются в итоге распада периодических комет. Сравнительно недавно к аналогичному выводу пришел канадский ученый М. Милман.

Многочисленные исследования найденных на земле метеоритов, бесспорно, свидетельствуют, что они образовались действительно в результате взрывов и дроблений более крупных, массивных тел. Да и взять само кольцо астероидов Солнечной системы — разве есть какие-либо наблюдения, расчеты, которые подтверждали бы, что масса этих тел неуклонно концентрируется в одно большое образование? Нет, совсем наоборот. Выполненный не так давно зарубежными исследователями У. Напье и Р. Доддом анализ привел к выводу, что вещество в кольце не только не концентрируется, но рассеивается. Так что время пока работает на бюраканскую концепцию.

Эволюционирующая Вселенная, не только расширяющаяся, но и буквально «взрывающаяся», демонстрирующая вместо предполагавшихся в прошлом процессов сжатия бесконечное разнообразие реально происходящих процессов, пожалуй, так же мало похожа на картину статичной Вселенной, которую рисовала астрономия начала XX в., как современные представления о взаимодействии атомов и элементарных частиц не похожи на неделимые атомы классической физики. Обоснование концепции именно так эволюционирующей Вселенной с полным пра-

вом можно рассматривать как новую революцию в астрономии. Более того, кажется весьма вероятным, что объяснение причин взрывных процессов в активных ядрах галактик и квазарах потребует разработки новых представлений о свойствах вещества. Иными словами, для истолкования этих процессов необходимо будет обобщение и уточнение фундаментальных физических законов. Тем самым астрономия, вплотную подводящая нас к границам применимости квантовой механики, специальной и общей теорий относительности, вновь становится источником новых идей, раскрывающих глубочайшие свойства природы. Как знать, не станет ли именно астрономия лидером естествознания XXI в.? Тем более что ее основные интересы и направления все теснее смыкаются не только с физикой, но теперь уже с космонавтикой, биологией и другими научными дисциплинами. А прежде всего с теми из них, комплекс которых позволяет нам все глубже и яснее определить глубинные взаимосвязи в системе «человек — земля — космос».

## **Человек во Вселенной**

Что и как реально во Вселенной влияет на Землю? Наверное, без особого труда каждый из вас назовет несколько разных факторов. Конечно, это — Солнце, прежде всего. Многие говорят: мы живем за счет излучения Солнца. Действительно, многие виды энергии, которые мы потребляем, есть не что иное, как накопленная солнечная энергия, а кроме того, Солнце является мощным источником частиц, которые попадают во внешние слои атмосферы и до человека не доходят. Но они обуславливают физические условия в этих, самых внешних, слоях, воздействуя на свойства так называемой ионосферы — той области земной атмосферы, которая, в частности, как

бы регулирует прохождение радиоволн. Только благодаря ионосфере, которая отражает излучения радиостанций, из-за чего они и не уходят в космическую беспределельность, получается, что мы можем принимать сигналы на противоположной полусфере, в другом полушарии Земли.

Нельзя не сказать и о том, что отмечено определенное влияние активности Солнца на озоносферу, которая, словно щит, предохраняет всю земную жизнь от ультрафиолетового излучения. Давным-давно замечено, что на Землю время от времени падают различные космические «пришельцы». Если это маленький метеорит, мы не обращаем на него особого внимания. Но есть совершенно серьезные предположения, что на каких-то этапах жизни на Земле имели место падения более крупных метеоритных масс. И некоторые изменения в развитии жизни на Земле, например исчезновение ихтиозавров, бронтозавров, некоторые ученые связывают с такими катастрофическими явлениями.

Сегодня, например, совершенно точно установлено, что грандиозные «бомбардировки» прорвавшимися в давние времена из космоса громадными массами вещества испытали Кольский полуостров и весь Балтийский щит в целом; следы таких катаклизмов обнаружены и на других континентах. По-видимому, если они не повлияли на всю историю развития биосферы в глобальном масштабе, то уж наверняка сказались в масштабе региональном. И знаменитый Тунгусский метеорит в этом отношении отнюдь не держит пальму первенства, ибо к супергигантам, судя по всему, причислить его никак нельзя.

Откуда же берутся эти космические «пришельцы»? Нам вновь придется вспомнить о строении Солнечной системы.

Солнечная система устроена относительно просто. Вокруг центрального тела — Солнца, заключа-

ющего в себе основную часть массы всей системы, по эллиптическим орбитам обращаются так называемые большие планеты. Эллипсы, по которым они движутся, имеют небольшую вытянутость. Иными словами, их орбиты, в том числе и Земли, близки к круговым. Можно сказать, что планеты движутся по концентрическим кругам, плоскости которых мало наклонены к плоскости земной орбиты. Поэтому можно принять, что система наша является довольно плоским образованием. Радиусы орбит больших планет сильно отличаются друг от друга. Поэтому орбиты и не пересекаются друг с другом.

Все планеты представляют собой шарообразные тела, светят они отраженным светом. Атмосферы их существенно отличаются друг от друга по плотности и химическому составу. Газовая оболочка Земли в основном состоит из азота и кислорода, атмосферы Венеры и Марса — из углекислого газа, у Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна — преимущественно из водорода и гелия.

Количество естественных спутников у планет различно. Так, у Земли и Плутона — по одному спутнику, у Марса и Нептуна — по два, у Юпитера — 16, у Сатурна — 21, у Урана — 5, а вот у Меркурия и Венеры нет ни одного. Размеры спутников также очень различные, от нескольких километров до 5000 километров и более у самых крупных. Кроме того, у Юпитера, Сатурна и Урана имеются системы колец, которые состоят из крошечных спутников, размером от небольших частичек до гальки и булыжника.

Чрезвычайно интересны и разнообразны по своему составу и строению спутники планет-гигантов. Самые крупные у Юпитера были открыты еще Галилеем, и тогда же получили имена героев древней мифологии — Ио, Европа, Ганимед и Каллисто. Самый близкий к планете спутник Амальтея был от-

крыт менее 100 лет назад. Амальтея, поперечник которой составляет около 200 км, сравнительно небольшой плотный каменистый объект. Ио и Европа по плотности вещества напоминают внутренние планеты Землю и Марс. Ганимед и Каллисто, наоборот, по плотности близки к внешним планетам, они заключают в себе большие массы льда. На каждом из них по-своему сказывается притяжение гигантской массы Юпитера. Система Юпитера, по сути, является как бы миниатюрной копией Солнечной системы, ее дальнейшее изучение сулит немало интереснейших открытий.

Из спутников Сатурна, имеющих очень низкие плотности, наибольшее внимание исследователей привлекает Титан. Он самый крупный: по размерам превосходит Меркурий, но уступает Ганимеду. Интерес ученых к этому спутнику вызван наличием вокруг него атмосферы, содержащей, в частности, ацетилен, этилен. Первоначальные наблюдения и расчеты на их основе привели к выводу, что температура на поверхности Титана —  $180^{\circ}$ , верхней атмосферы —  $100^{\circ}$ , иными словами, на поверхности холоднее, чем в атмосфере. Приборы на космических аппаратах показали, что атмосфера спутника на 95% состоит из азота, давление ее на поверхности в 1,6 раза больше, чем на Земле. Температура, как и предсказывали расчеты, составила у поверхности —  $180^{\circ}$ . Очень заманчиво подробнее изучить мир этого ледяного безмолвия. Впрочем, может случиться, что дальнейшее изучение обнаружит в этом «безмолвии» множество интересных новых явлений.

Между орбитами Марса и Юпитера имеется очень большой промежуток (кольцо между двумя орбитами), где обращаются вокруг Солнца тысячи малых планет. Дело происходит так, как если бы раньше там была одна планета, которая раскололась затем на тысячи малых тел.

Некоторые астероиды имеют вытянутые орбиты, подходящие сравнительно близко к Солнцу и Земле. Так, например, астероид Икар в 1968 г. был от Земли на расстоянии 6,36 млн. км. Ближе всех к Земле подходит астероид Гермес (до 1 млн. км). Нельзя исключить возможность и такого явления, как вхождение небольшого астероида в атмосферу Земли.

Солнечная система содержит также огромное количество и других тел относительно малой массы. Это кометы, которые движутся вокруг Солнца по более вытянутым эллиптическим орбитам, иногда крайне вытянутым. Большую часть своего времени они проводят вдалеке от Солнца, но, в соответствии с законами эллиптических движений, периодически приближаются к нему. Примером может служить знаменитая комета Галлея. Период ее движения составляет около 76 лет. В предыдущий раз она прошла около Солнца в 1910 г., а в 1986 г. мы снова были свидетелями ее появления.

По массе кометы можно сравнить с наиболее мелкими малыми планетами (но иногда их массы измеряются сотнями миллионов тонн).

Находясь вдали от Солнца, каждая комета выглядит относительно компактным телом, но по мере приближения к Солнцу начинается выделение из ее центральной части (твердого, по-видимому, пористого ядра) больших количеств газа и твердых частиц. Они удаляются от ядра, образуя вокруг нее «голову» и «хвост» (длина «хвоста» может достигать десятков миллионов километров). Выброшенное таким образом вещество удаляется в окружающее пространство, никогда не возвращаясь обратно. При каждом возвращении к Солнцу происходит значительная потеря массы комет, которая с течением тысячелетий убывает.

В прошлом столетии астрономы явились свидетелями разделения одной из комет (кометы Биелы)

на несколько частей. А в настоящее время имеется много данных, говорящих о том, что наблюдаемые в Солнечной системе метеоритные потоки являются результатом полного распада отдельных комет. Как и из чего возникают кометы? Этого мы точно пока не знаем. Может быть, они образуются в результате распада каких-то еще более массивных тел. Несомненно одно: все кометы, которые мы наблюдаем, в современную эпоху жизни Солнечной системы являются телами, находящимися в процессе распада.

Как известно, некоторые большие планеты Солнечной системы окружены кольцами. Кольца Сатурна открыл в начале XVII в. Г. Галилей. Существование их вокруг Юпитера и Урана было предсказано советским астрономом С. К. Всехсвятским в середине текущего столетия. И только дальнейшие наблюдения, проведенные с помощью космических аппаратов, прямо подтвердили эти предсказания. И если когда-то после появления гипотезы Лапласа делались наивные предположения о том, что кольца Сатурна являются образованиями, из которых могут возникнуть спутники этой планеты, то теперь, когда природу этих колец выяснили (они состоят из миллиардов твердых тел размером от песчинки до 1 км и более), стало очевидно, что каждое из колец возникло либо из какого-нибудь крупного тела, например спутника планеты, или образовалось в результате выбросов из крупного тела.

Наконец, мы имеем прямые доказательства вулканической деятельности на спутниках больших планет. На спутнике Юпитера Ио мы наблюдаем действующие вулканы и систематический выброс вещества из них в межпланетное пространство. На соседней с нами Венере мы также сталкиваемся со следами мощной вулканической деятельности.

Поэтому, если поставить вопрос, в каком направлении идут эволюционные процессы в нашей Сол-

нечной системе, ответ будет однозначным: эти процессы идут в направлении разрушения и распада более массивных тел на более мелкие.

Рассмотрение противоположных процессов, которые все же существуют (например, падение метеоритов на планеты), показывает, что на нынешнем этапе развития Солнечной системы они не имеют серьезного космогонического значения, не связаны с возникновением новых небесных тел. Никто не может себе представить, что из межпланетного газа или метеоритов может сформироваться новая комета или же что из метеоритного кольца, подобного кольцу Юпитера, может сформироваться новый спутник Юпитера.

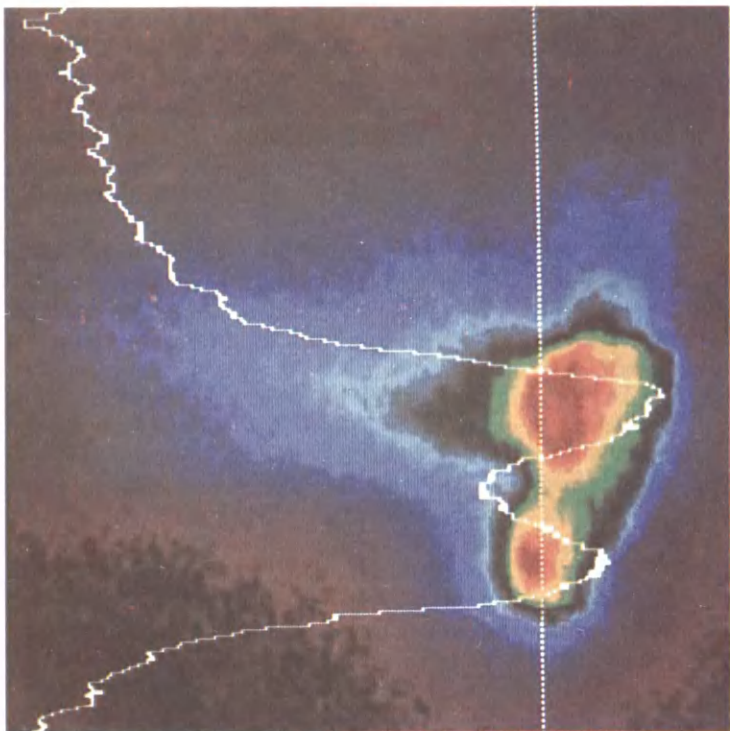
Тем не менее в литературе мы часто встречаем утверждение о том, что планеты сформировались из метеоритного материала. Иными словами, высказывается мнение, что направление процессов эволюции является противоположным тому, что ежегодно и даже ежедневно видят астрономы-наблюдатели.

Конечно, можно предположить, что существуют какие-то очень медленные процессы конденсации и уплотнения, которые мы не можем прямо наблюдать и в пользу которых приводятся косвенные аргументы, иногда остроумные, но не всегда убедительные. Но можно утверждать, что прямых процессов конденсации мы фактически не наблюдаем.

Если мы принимаем, что процессы распада являются основными, то все же возникает следующий вопрос: откуда же берутся распадающиеся тела, имеющие большую массу? Откуда берутся кометы? Следует признать, что гипотеза о распаде пока не дает ответа на эти вопросы. Несомненно, что в дальнейшем развитие науки приведет к их разрешению. Но и сейчас нельзя отрицать выводов из огромного числа наблюдаемых фактов.

Эксперименты, проведенные с помощью искус-

Это изображение кометы  
Галлея передано на  
Землю в марте 1986 г.  
советской  
автоматической  
межпланетной  
станцией «Вега-2».



ственных спутников Земли, Луны, Марса, Венеры, продвинули вперед наши знания и представления о физических свойствах околопланетных пространств, о самих планетах, об устройстве и происхождении Солнечной системы. Огромными ока-

зались перспективы взаимодействия астрономии и астронавтики — научно-технической дисциплины, ведающей космическими полетами. Академик Мстислав Всеволодович Келдыш предвидел эти перспективы и в значительной мере на них нацеливал решения научных и практических вопросов космонавтики. В своей работе «Космические исследования» М. В. Келдыш и профессор М. Я. Маров так определили основные причины наступления космической эры человечества: «Освоение космоса явилось закономерным, исторически predetermined этапom неуклонного развития производительных сил человечества. Оно призвано помочь в решении острых экономических и социальных проблем, связанных с устранением противоречий между растущими потребностями увеличивающегося народонаселения Земли и ограниченными земными источниками их удовлетворения». Первопричиной освоения человеком космоса является именно потребность в развитии производства, уже не получающего в условиях Земли достаточного качественного совершенствования и количественного роста. А без этого немислимы повышение благосостояния людей, дальнейший расцвет науки и культуры.

Известно, какими темпами возрастает сегодня потребность в передаче самой обширной информации, без которой трудно, а то и невозможно оперативно и эффективно управлять той или иной отраслью народнохозяйственного комплекса. На повестке дня — сложнейшие проблемы совершенствования межгосударственной интеграции внутри стран социалистического содружества, усиления связи между различными континентами нашей планеты. Их никак не решить без увеличения информационных потоков. И тут наряду с другими достижениями научно-технической революции все большую роль призваны играть

искусственные спутники Земли (ИСЗ).

Как вы знаете, первый в мире ИСЗ был запущен Советским Союзом 4 октября 1957 г. А 23 апреля 1965 г. у нас был запущен первый ИСЗ связи — «Молния-1». Со времени запуска его только в СССР были выведены на орбиту более 100 спутников связи и телевизионного вещания, из них несколько десятков на высокоэллиптические орбиты.

Применение их позволило создать в Советском Союзе эксплуатационные спутниковые системы телефонно-телеграфной связи, передачи телевизионных программ, радиовещательных программ и матриц центральных газет, организовать связь и обмен телевизионными программами между странами — участницами международной организации «Интерспутник».

Спутники связи, входящие в состав соответствующих систем спутниковой связи (ССС), обеспечивают передачу как непрерывной (аналоговой), так и дискретной информации. Радиолинии СССР, как правило, являются многоканальными. Сегодня в мире действуют десятки государственных, региональных и глобальных систем спутниковой связи.

Разумеется, ИСЗ сразу же вызвали повышенный интерес у специалистов по метеорологии: стало ясно, какие новые перспективы открывают они для совершенствования прогноза погоды и получения информации о состоянии природной среды.

Развитие народного хозяйства страны постоянно предъявляет новые требования к этой службе. А с созданием регулярных авиалиний в отдаленные пункты нашей страны, организацией межконтинентальных перелетов, развитием морского транспорта усиливается необходимость в информации о гидрометеорологической обстановке в масштабе всей Земли.

Поворотным в развитии метеослужбы явилось

создание метеорологических спутников «Космос-122» (1966), «Космос-144» (1967) и «Космос-156» (1967), образование на их базе экспериментальной космической системы «Метеор».

С марта 1969 г. ИСЗ метеорологического направления получили наименование «Метеоры». Первые девять спутников этой серии (за исключением «Метеора-5») были выведены на орбиту со средней высотой около 630 км, а последующие — на орбиту со средней высотой около 900 км. Каждый спутник этой системы за один оборот вокруг Земли осматривает около пятой части поверхности планеты.

Система позволяет 2 раза в сутки производить сбор метеорологической информации с  $\frac{2}{3}$  поверхности земного шара. При этом каждый из районов планеты наблюдается с интервалом примерно в 6 ч.

Информацию со спутников принимают около 50 пунктов, расположенных на территории Советского Союза, на всех научно-исследовательских судах гидрометеослужбы.

По оценкам советских экономистов, использование спутниковой метеорологической информации для прогноза погоды позволяет ежегодно сберечь в народном хозяйстве материальных ценностей примерно на сумму 500—700 млн. рублей.

Не представляются сегодня фантастическими и всевозможные проекты заводов или электростанций на околоземных орбитах. Практически технологические эксперименты в космосе идут полным ходом. В США, например, на подобные эксперименты с использованием ИСЗ ежегодно расходуется много миллионов долларов. Уже сейчас разрабатываются проекты производственных комплексов, на борту которых одновременно будут находиться 50—100 человек обслуживающего персонала.

Но, конечно, не всякое производство получит право на «космическую прописку». Скорее всего, в бли-

жайший период приоритет получают процессы получения материалов сверхвысокой чистоты и однородности, нужда в которых все острее ощущается и в научных исследованиях, и в практическом производстве. Ведь изделия современной индустрии и приборостроения требуют применения различных материалов повышенной чистоты, позволяющих резко увеличить чувствительность, ресурсы и надежность аппаратуры. Так, например, свойства германиевого полупроводника заметно меняются, если имеется несколько атомов примесей на миллиард атомов германия. Необходимы очень чистые материалы (уран, торий, бериллий, графит) и для нужд атомной энергетики. Следует отметить также, что некоторые достаточно чистые металлы, как правило, не корродируют, обладают холодостойкостью и пластичностью.

Невесомость, космический вакуум и идеальная стерильность среды предоставят возможность для изготовления высококачественных вакцин и других микробиологических, химических и лекарственных препаратов высокой чистоты.

Показательно: прокатка металла в атмосфере высокочистого инертного газа на подземных заводах уменьшает содержание примесей в 20 тыс. раз по сравнению с прокаткой в воздушной среде. Прокатка же в вакууме при давлении меньше одной миллиардной атмосферы дает уменьшение примесей почти в миллиард раз. В лабораторных установках удается получать особо чистый металл в образцах массой всего лишь в десятки граммов, «подвешивая» его в сильном электромагнитном поле. А в условиях невесомости плавание тел является естественным состоянием, в том числе, конечно, и для крупных заготовок, с которыми можно работать на производстве в космосе.

Особенно перспективной продукцией «эфирной»

индустрии станут монокристаллы для лазерной и полупроводниковой техники (как это показали эксперименты на орбитальном комплексе «Салют» — «Союз» и станции «Скайлэб»). Монокристаллы внеземного производства будут отличаться высокой однородностью и большими размерами, превышающими по величине в десятки раз те, которые удастся получать в наземных условиях.

Итак, выход человека в космос закономерен и необходим.

Но это не тема нашего с вами разговора. Конечно, в дискуссиях по поводу истощения важнейших земных ресурсов, возрастающего роста населения, возможного перенаселения нашей, не такой уж большой планеты много спорного, а много и просто спекулятивного, ибо порой буржуазные ученые вполне сознательно стремятся отвлечь внимание от хищнического, грабительского характера природопользования при капитализме. Но бесспорно другое: Земля наша имеет конечные объемы, конечные размеры, многие необходимые нам ресурсы невозполнимы.

А скажем, масса тел Солнечной системы в сотни тысяч раз превосходит массу Земли... Многие ученые приходят сегодня к мысли, что в самой Вселенной действуют определенные закономерности, которыми обусловлены необходимость и неизбежность выхода человека в космос, а затем и расселения людей по внеземному пространству.

Земля — колыбель человечества. И мы, земляне, должны всем миром сделать все возможное, чтобы наша небольшая планета долгие и долгие тысячелетия оставалась колыбелью для тех, кто будет жить и творить на ней, кто будет прокладывать космические трассы в неизведанные глубины космоса, не забывая о том, что наша планета уникальна.

А для этого уже сегодня мы должны сделать все

возможное, чтобы мирный космос не стал ареной межзвездных войн.

Космические полеты, вывод кораблей и спутников в околоземное пространство и в просторы Солнечной системы произвели своего рода революцию и в астрономических исследованиях Галактики и Метагалактики. Телескопы различного класса и назначения дали возможность непрерывного слежения (независимо от погоды) за изучаемыми объектами. А те из них, что работают в рентгеновском диапазоне, вообще могут продуктивно действовать только за пределами земной атмосферы — она, как вы знаете, не пропускает к поверхности рентгеновские лучи. С выходом в космос масса связанных с ним загадок тем не менее не только не убавилась, а, пожалуй, даже возросла — такова диалектика научного поиска.

Среди этих загадок одна из наиболее волнующих — возможность существования внеземной цивилизации, наших братьев по разуму. И сегодня еще ученые делятся на две полярные группы: одни безоговорочно утверждают, другие столь же категорично отрицают вероятность внеземной жизни. И каждая из сторон приводит в пользу своей позиции очень веские аргументы.

Естественно, что в Бюракане мы также не избежали общей участи, так или иначе высказывая свои аргументы. Больше того, в 1971 г. в нашей обсерватории состоялась первая советско-американская конференция по проблемам связи с внеземными цивилизациями.

Необычность, неординарность самой проблемы во многом предопределила «эскизный», прогнозно-оценочный характер работы конференции. Ведь ни одного сигнала внеземных цивилизаций пока еще не обнаружено, и на сам вопрос, а будем ли мы их вообще когда-либо получать, из-за массы самых очевид-

ных трудностей технического, а главное, пожалуй, методологического плана однозначного ответа пока нет. По существу, к их поискам даже еще в должном, планомерном порядке не приступили.

Наконец, каждому ясно, что установление такой связи между цивилизациями, разобщенными в пространстве и времени, не имеющими равным счетом никакого конкретного понятия друг о друге — задача архисложная, затрагивает едва ли не все области человеческих знаний и требует непременно сотрудничества специалистов всех областей. Потому я и говорил о прогнозно-оценочном характере этой встречи.

Перед ее участниками был поставлен, если говорить обобщенно, один вопрос: а что конкретно может подсказать та или иная наука для решения проблемы в целом либо для освещения таких ее аспектов, как происхождение планет, зарождение на них жизни и ее эволюция до появления разума; как возникновение и развитие цивилизации, да и для прояснения самого этого возникновения — что такое цивилизации, с которыми, возможно, доведется человечеству вступить в контакт.

Любой из аспектов затронутой проблемы требует широких исследований, а все они крайне тесно переплетаются между собой. Скажем, какая связь между процессами планетообразования и зарождения жизни?

Участники дискуссии убедительно показали: самая непосредственная, глубинная. Прозвучала даже мысль: может быть, для развития каких-то форм жизни имеются определенные условия не только на планетах, но и на других космических телах. Однако вся сумма известных нам сегодня знаний приводит к выводу: именно на планетах, причем на тех из них, где температурные, энергетические условия схожи с земными, предпосылки для зарождения жизни более

предпочтительны и благоприятны. Почему? Да потому, что данные современных дисциплин, таких, как биология, физика, химия, свидетельствуют: сложные химические процессы, лежащие у истоков самообразования первейших, исходных органических молекул, требуют вполне ограниченного интервала температур и такого потока внешней энергии, которыми сопровождалась эволюция Земли. Например, скорость химических реакций при крайне низких температурах такова, что при них на образование сложных химических соединений потребовалось бы времени во много раз больше, чем существует сама наша планета. Или если энергия приходящих извне (допустим, от нашего Солнца на Землю) излучений превышает некий достаточно строгий порог, то это неизбежно будет приводить к разрушению, распаду зарождающихся биологических систем.

Новейшие палеонтологические данные свидетельствуют о том, что на планете нашей все условия для самозарождения и саморазвития живого были весьма и весьма благоприятны. Ископаемые микроорганизмы — морские синезеленые водоросли и бактерии — появились еще 3,2—3,7 млрд. лет назад. Но это уже достаточно сложные организмы, и мы вправе предположить, что им предшествовали более простые структуры. Вывод же из этого очевиден: между образованием Земли и зарождением первых на ней организмов прошел не очень большой — по астрономическим меркам — срок — какие-то несколько сот миллионов лет (напомню, что возраст Галактики — около 20 млрд. лет).

Но ведь условия на первичной Земле не обязательно должны быть уникальны — наоборот, современные воззрения таковы, что эволюция ее может быть типичной для миллионов планет в других звездных системах. И если это так, то хотя бы на некоторых из них жизнь вполне вероятна. Но вот какого уровня

она достигла? Ведь звезды, у которых могут быть планеты, имеют самый разный возраст! Стало быть, очень велика вероятность «молодых» и «старых» цивилизаций. Иными словами, даже в чисто «возрастном» диапазоне возникает отнюдь не абстрактный, а вполне практический вопрос: смогут ли цивилизации, находящиеся, допустим, на уровне земной, найти «общий язык» с цивилизациями, находящимися как намного ниже, так и намного выше этого уровня?

Каким может быть этот язык? Какими техническими средствами, с использованием какого вида энергии это может осуществляться? Более того, к проблеме можно подойти и с совершенно другой стороны. Существуют ли некие «усредненные» сроки существования высокоразвитых цивилизаций — сроки, обусловленные, вполне возможно, какими-то общими для Вселенной закономерностями? Если да, то достаточен ли этот срок для того, чтобы цивилизации успели вступить в полезный друг для друга контакт? Не получится ли так, что для одной из этих сторон контакт окажется с уже мертвой цивилизацией — доходит же до Земли свет звезд, которые уже «умерли»? Есть ли реальный смысл, польза тратить наше время и энергию на такую связь с «братьями по разуму»?

Мнения участников конференции по обсуждаемой проблематике своеобразно суммировала распространенная среди них анкета. Не вдаваясь в методологические и математические детали проведения опроса, имеет смысл отметить, что, по «среднему мнению», в Галактике имеется по крайней мере с десятков высокоразвитых цивилизаций, сигналы которых вполне могут быть приняты. Многие считали вполне разумным тратить на исследования по проблеме СЕТИ несколько процентов от всех расходов на астрономию и что последствия контакта, даже одностороннего —

обнаружения сигналов внеземных цивилизаций — будут «положительными» для землян, хотя к особым изменениям или переменам в жизни планеты и не приведут.

Таковы были итоги нашей дискуссии.

Что можно сказать по вопросу о внеземной жизни?

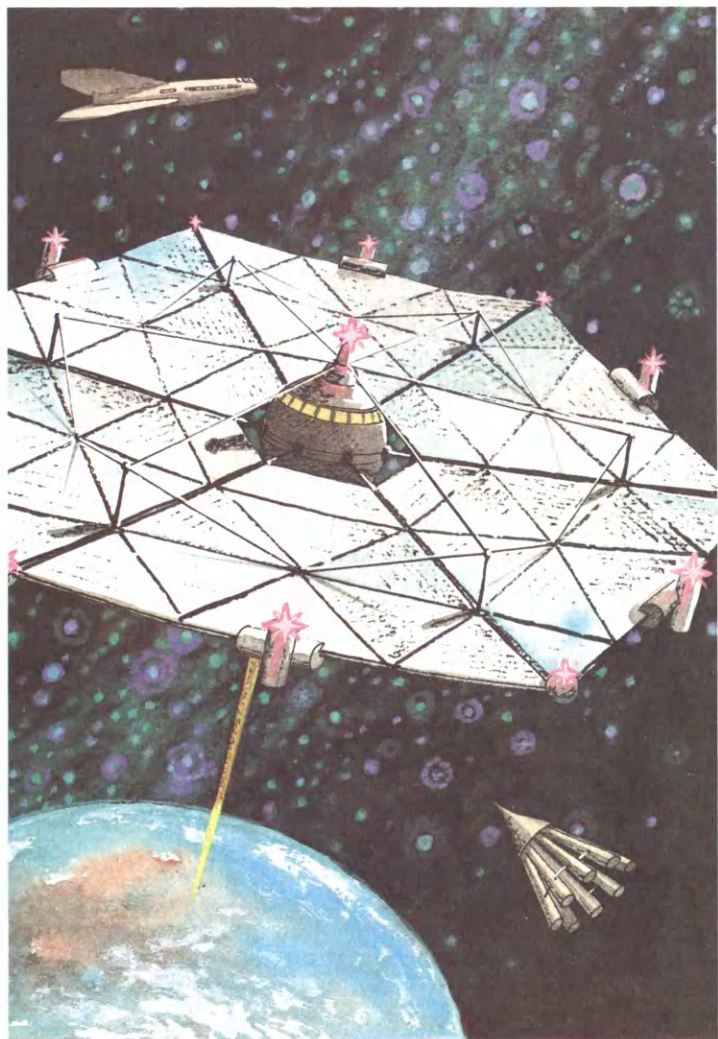
Говоря сугубо отвлеченно, укажу, что у очень многих звезд могут существовать планетные системы. А в некоторых случаях, по-видимому, в условиях, очень близких к тем, которые мы имеем на Земле, возможно возникновение и существование органической жизни. Но наряду с этим я допускаю — хотя, признаться, и не очень верю в это, — что органическая жизнь могла переноситься с одной области космоса в другую, т. е. в одном случае органическая жизнь могла самостоятельно возникнуть и здесь, на Земле, а в другом — какие-то элементарные, малые, простейшие клеточки, организмы (бактерии) могли переноситься сюда. Во всяком случае, условия для этого есть.

Одно из них связано с научным открытием совсем недавнего времени. Оказалось, что среди молекул, которые удалось обнаружить в межзвездных пространствах, большинство — органические. Причем подавляющее большинство (из известных ныне). А это уже заставляет во многом по-новому посмотреть на теории происхождения живой материи. Так почему бы не быть и внеземной цивилизации? Человечество прошло всего лишь за последние 200 лет огромный путь технического развития; по существу заново создана современная техническая цивилизация. Что же будет в последующие 200 лет? Но пессимисты говорят: то обстоятельство, что нас не посещают, или нас не обнаруживают, или с нами не связываются цивилизации, которые, по утверждению сторонников их существования, значительно могут превышать нас по уровню

развития, свидетельствует, что их просто нет.

Мне лично думается, что этот аргумент не выдерживает серьезной критики. Корень и сложность вопроса в том, что мы не можем знать ни уровня гипотетической цивилизации, ни способов и форм жизнедеятельности создавшего ее разума, ни инструментария и методики установления связи с ней. Мне нравится пример, который как-то на страницах «Известий» привел руководитель комплексной экспедиции Томского государственного университета по изучению Тунгусского метеорита академик АМН СССР Н. Васильев. Представьте, говорит он, что 200 лет назад наши предшественники стали непосредственными наблюдателями взрыва атомной бомбы. Смогли бы они тогда правильно понять и объяснить такое явление? Но почему не может быть, что и мы тоже пока не можем правильно принять, расшифровать, понять сигналы другой цивилизации, если они даже и доходят до Земли? Я думаю, что опасно ограничивать себя в фантазии. Впрочем, точно так же опасно и выдавать за установленное, доказанное то, что мы только можем вообразить.

И все-таки насчет отсутствия жизни на других планетах не стоит зарекаться, потому что природа неизмеримо богаче по своим возможностям, чем наше воображение может себе представить. Наука всегда ищет, казалось бы, неосуществимые возможности — это одна из ее целей, одна из ее коренных внутренних особенностей. Развитие космической техники становится главной перспективой, научно-технической задачей человечества. Я думаю, что путешествие на космических кораблях станет по прошествии лет обычным делом, хотя главное направление развития космической техники сегодня — получение научных данных. Во всяком случае, так должно быть по естественному ходу событий, но, к величайшему сожалению, на капиталистическом Западе



нашлись крайне реакционные, патологически одержимые ненавистью к социализму, к социальному прогрессу, силы, которые в ослеплении безумия пытаются превратить околоземное пространство в арену космических битв, сделать космос источником злейшей опасности для самой жизни на Земле. Мы, астрономы, особенно остро осознаем дикость, преступность по отношению к земному разуму самой этой затеи, ее мотивов, приемов и методов ее исполнения. Предотвратить самоубийственное безумие, исключить саму возможность атомных войн, остановить сумасшедшую гонку вооружений — нет сегодня актуальней и благородней задачи для всех честных людей планеты.

Я бы хотел особо остановиться еще на таком моменте взаимодействия в цепочке «человек — Земля — космос». Дело в том, что в процессе этого взаимодействия человек развил на основе познания небесных тел и их свойств научное мировоззрение. Ведь научное мировоззрение не просто само по себе возникло, оно явилось результатом познания материального мира.

И в той борьбе, которая возникла с течением времени между материализмом и идеализмом, астрономия сыграла огромную роль. Впрочем, почему только сыграла — она играет и сегодня большую роль в борьбе с идеализмом. Сам по себе факт, что с огромной точностью можно предсказывать астрономические явления, показывает: Вселенная — познаваема. Настолько, что мы не только понимаем ее устройство, — конечно, пока не полностью, еще не все, но многое, — и на основании этого делаем предсказания, которыми полны астрономические ежегодники. Мы знаем, что будет на небе, скажем, через два, три года. Мы могли бы подготовить астрономический ежегодник на 10 тыс. лет вперед, будь в том такая надобность. Таким образом, сама Вселенная поддер-

живает, вызывает развитие человеческого разума, науки, выступает важнейшим фактором познания, служит мощным фундаментом материалистического понимания мироздания.

## Космос открыт для всех

На вопрос о том, доволен ли я своей профессией, я всегда отвечаю: дело всей своей жизни я выбрал еще школьником, готовился к нему все годы учебы и теперь отдаю ему почти все свое время. И не было с тех пор момента, когда бы я пожалел о своем выборе.

В самом деле, если отвлечься от повседневности, заполненной то наблюдениями и съемками, а то их анализом или описанием, чем занимаются астрономы?

Да поиском ответов на те извечные вопросы, над которыми ломали головы многие поколения ученых. Какова природа планет? Как устроены звезды? Каковы источники той колоссальной энергии, которую они испускают? Как устроена звездная система, Галактика? Как устроена система галактик? Бесконечна ли Вселенная? Каковы различия в устройстве звезд гигантов и карликов? Как распределена межзвездная диффузная материя? Какой характер носит обмен веществом между звездами и межзвездной средой?..

И все эти и другие вопросы решаются путем изучения конкретных объектов.

Каких качеств требует от человека специфика нашей профессии? Что нужно для того, чтобы молодой человек нашел себя в занятиях астрономией? Прежде всего, как всякая творческая профессия, она требует способностей. Астрономия — наука точная, методы доказательства и рассуждений в ней всегда

связаны с математическими выводами. В настоящее время мы пользуемся мощными электронными вычислительными машинами. Значит, прежде всего необходимы знания математики, особо тех ее разделов, которые связаны с вычислениями. Дальше. В природе действуют физические законы. Значит, необходимы навыки для изучения физических процессов. Ведь очень часто, сталкиваясь с каким-либо явлением, мы не знаем, что же происходит на самом деле, и вот тогда методом повторных наблюдений за аналогичными явлениями, комбинируя методы сравнения и методы расчета, наконец, устанавливаем истину. Так, хотя мы знаем, что при вспышке новой звезды выбрасывается какое-то количество массы, которая распространяется вокруг нее, увеличивая яркость звезды, мы тем не менее не знаем механизма этого явления (т. е. причины выброса). Ясно, что здесь действуют какие-то внутренние силы. Но какие? Вот тут и возникают концепции, опирающиеся на математический аппарат, на логические построения, на аналогичные явления.

Наконец, нужны прямо-таки огромные познания того, что происходит в самой современной нашей науке. Это, конечно, сложно, но между тем астрономия необыкновенно привлекательна как раз величию своих задач и тайн, разгадками которых она и занимается. Я знаю очень много астрономов, которые увлечены как раз красотой задач, заключенных в нашей науке. Я знал и знаю очень много людей, которые увлекались астрономией. Но оказывается, что заинтересоваться и полюбить — этого еще мало. Нужно пройти «сухую» науку, т. е. овладеть ее аппаратом, принципами, методами, повседневными исследовательскими поисками. Появляются иногда у нас в университетах студенты, которые, скажем, влюблены в астрономию, полны энтузиазма. Однако нет у них терпения и способностей к овладе-

нию теми методами, с помощью которых работают мои коллеги; знаний математики, физики не хватает. И они уходят с нашего факультета.

Мое увлечение астрономией было связано с тем, что мне нравилось, что нужно было применять сложные математические познания. Я больше любил математику, чем физику. Это до сих пор сказывается: мне кажется, что в моих исследованиях физическая сторона всегда несколько отставала по сравнению с математическим аппаратом. Кроме того, нужно огромное трудолюбие, ненасытность в работе — это неперенная черта для любого в нашей науке. Астрономы должны наблюдать данное явление все время, пока оно есть, пока оно наблюдается. В лаборатории физика можно поставить эксперимент, можно его прекратить и вновь поставить, а в астрофизике сроки наблюдений определяются не столько исследователем, сколько самими космическими процессами и условиями работы.

Как ни странно, сейчас нам стало работать труднее, потому что появились в течение века и фотоэлектроника, и автоматическая система регистрации, исследователь все время должен думать о технике эксперимента и владеть современной электронной аппаратурой. Зато как же приятно, когда ты находишь искомый ответ, откроешь вдруг истину, да еще совершенно не такую, какую мог предположить. Вот у физиков по-иному: ставя эксперимент, они часто ждут лишь один из вариантов ответа — да, нет. Астроном же, ведя свои наблюдения, может совершенно неожиданно обнаружить вещи, которые он вовсе не ожидал. Это отличительная черта нашей профессии.

Наконец, кроме «сухой» науки нам непременно нужна еще и творческая фантазия. Нужны плодотворные гипотезы, используемые в области смежных наук, между известным и неизвестным, точным и

неточным. Тем астрономия и интересна, что в ней могут найти себя разные таланты.

Должен сказать, что талант в области такой точной науки, строгой, требующей убедительной логики, знания математики, очень быстро проверяется в работе.

К сожалению, часто бывает, что человек, вносящий новые идеи, вызывает раздражение, какое-то неудовольствие других, даже подчас тогда, когда его гипотезы оправдываются.

Вспомним писателей-фантастов: как много из их предположений уже оправдалось! Скажем, многие и много говорили о внеземных полетах — сейчас они осуществлены. Были случаи очень точных предположений.

Дж. Свифт в своей книге «Путешествие Гулливера в страну лилипутов» предсказал устами лиллипутских астрономов, что вокруг Марса обращаются два спутника. Это поразительно: Свифт заметил, что существование спутников у планет закономерно. И раз у Земли — 1, а у Юпитера — 4 (столько их было тогда известно), то, значит, и у Марса могут быть свои спутники. Писатель не ошибся даже в их числе. А что еще более поразительно — для обоих предсказал также приблизительные периоды их обращения вокруг Марса. Боюсь, однако, рассказывая об этом с увлечением, перестал быть сухим астрономом, каким я себя всегда считаю.

Из века в век особняком среди других стоит вопрос об отношениях человека с природой. В частности, о его роли и месте в такой гигантской Вселенной, по сравнению с которой Земля — это пылинка.

Астрономия является наукой, перед которой открываются совершенно безбрежные перспективы — познавать Вселенную, осваивать космос. Задачи, стоящие в этой области, бесконечно велики — и по своему значению, и по влиянию на человеческое сознание,

на материальный уровень жизни, на культуру. Астрономию нельзя рассматривать только как абстрактную науку; ее следует рассматривать как науку, занимающуюся изучением совершенно конкретных объектов, при всей кажущейся ее оторванности от наших земных дел.

...Многие вопросы познания Вселенной ждут сегодня своего разрешения. Вот некоторые из них. Конечна или бесконечна Вселенная? Какова структура пространства — времени? Есть ли внутренняя связь между глубинными свойствами Вселенной и самим фактом существования жизни на Земле?

Как возникают туманности?

Каковы пути и средства более эффективного и широкого использования энергии солнечного излучения? Возможно, у вас есть варианты ответа? В таком случае предлагайте их, космос ждет. Он открыт для всех.



## Содержание

### Вступление

3

### «Изменчивой природы лик»

9

### Арагац — окно во Вселенную

19

### Лед и пламень космоса

39

### Звезды смотрят вниз

48

### Взрывная активность звездных миров

62

### Человек во Вселенной

85

### Космос открыт для всех

106



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«ПЕДАГОГИКА»

# **Загадки Вселенной**

*Виктор Амазаспович  
Амбарцумян*

Научно-популярное издание

Художник  
**В. Д. Радаев**

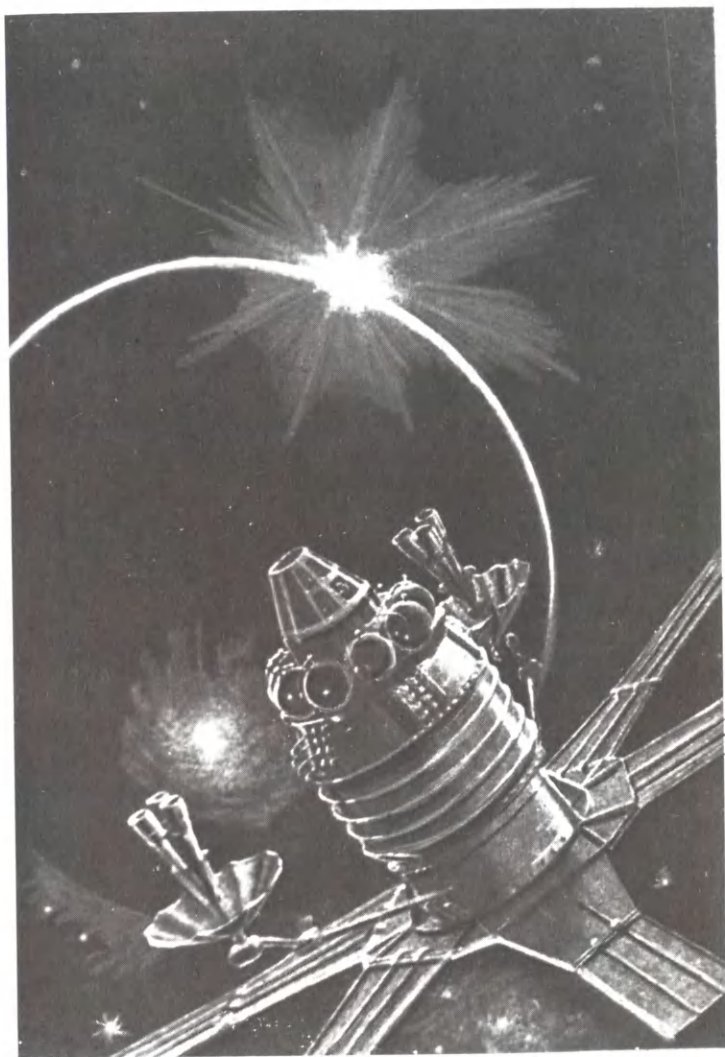
Заведующий редакцией  
**В. Ю. Кирьянов**  
Редактор  
**Н. Н. Габисония**  
Художественный редактор  
**В. П. Храмов**  
Технический редактор  
**Е. А. Чулкова**  
Корректор  
**В. С. Антонова**

НБ № 885

Сдано в набор 15.08.86. Под-  
писано в печать 26.01.87.  
Формат  $70 \times 100^{1/32}$ . Бумага  
офсетная № 1. Гарнитура  
школьная. Усл. печ. л. 4,55.  
Уч.-изд. л. 4,88. Усл. кр.-  
отт. 18,68. Тираж 200 000  
экз. Заказ 380. Цена 30 коп.

Издательство «Педагогика»  
Академии педагогических  
наук СССР и Государствен-  
ного комитета СССР по де-  
лам издательств, полигра-  
фии и книжной торговли.  
107847, Москва, Лефортов-  
ский пер., 8.

Ордена Трудового Красного  
Знамени Калининский по-  
лиграфический комбинат  
Союзполиграфпрома при Го-  
сударственном комитете  
СССР по делам издательств,  
полиграфии и книжной тор-  
говли.  
170024, г. Калинин, пр. Ле-  
нина, 5.



30 коп.

Читайте  
следующую  
книгу серии

«Ученые — школьнику»!

●  
Каковы характерные черты  
современной научно-  
технической революции?

●  
Какие требования она  
предъявляет к человеку  
в сфере производства?

●  
Изменяются ли нравственные  
ценности в век роботов и  
компьютеров?

●  
В какой мере возрастает  
ответственность личности за  
социальные последствия  
научно-технических  
преобразований?

●  
На эти и другие вопросы вы  
получите ответ, прочитав книгу  
кандидата философских  
наук В. В. Пошатаева  
«Человек в эпоху НТР».



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«ПЕДАГОГИКА»