



3 1982

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·  
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·

## Выдающееся достижение советской космонавтики

1 марта 1982 года, преодолев за четыре месяца полета (запущена 30 октября 1981 года) расстояние более 300 млн. км, межпланетная станция «Венера-13» достигла окрестностей Венеры. В 5 часов 55 минут московского времени спускаемый аппарат станции вошел в плотные слои атмосферы, а через 62 мин совершил мягкую посадку в районе с координатами  $7^{\circ}30'$  южной широты и  $303^{\circ}$  долготы. Местом посадки стала равнина к востоку от области Феба. В течение 127 минут (1) передавалась научная информация с поверхности планеты. Автоматическая станция «Венера-13» прошла на расстоянии 36 тыс. км от поверхности планеты и продолжила полет по гелиоцентрической орбите.

Во время полета от Земли до Венеры с помощью приборов, установленных на борту автоматической станции, исследовалось рентгеновское излучение, межпланетная плазма, солнечный ветер и космические лучи.

*Изображение поверхности планеты Венера на месте посадки спускаемого аппарата станции «Венера-13», полученных 1 марта 1982 года. Внизу в центре видны часть посадочного устройства спускаемого аппарата, сброшенная крышка иллюминатора телефотометра, справа — цветная испытательная таблица.*

*Вертикальные полосы на снимке — участки передачи информации о работе научной аппаратуры. (Изображение публикуется без предварительной обработки.)*

Одновременно определялись местоположение и характеристики галактических источников гамма-излучения, исследовалось межпланетное магнитное поле.

10 ноября 1981 года и 21 февраля 1982 года были проведены коррекции траектории движения станции. За двое суток до входа в атмосферу Венеры (после отделения спускаемого аппарата) станцию перевели на пролетную траекторию.

Спускаемый аппарат вошел в атмосферу Венеры со скоростью 11,2 км/с. После торможения и снижения на парашюте до высоты 47 км аппарат продолжал спуск, используя аэродинамическое тормозное устройство. Пока аппарат снижался, его бортовые научные приборы проводили комплексные исследования химического и изотопного состава атмосферы и облаков, структуры облачного слоя. Проводились эксперименты по спектральному анализу рассеянного солнечного излучения и регистрации электрических разрядов в атмосфере.

Установленные на спускаемом аппарате телефотометры передали с поверхности Венеры панорамные изображения окружающей местности. Часть панорам была снята последовательно через красный, синий и зеленый светофильтры. Это позволило впервые получить цветное изображение поверхности.

Фотохроника ТАСС

(Продолжение см. на 3-й странице обложки)



Научно-популярный  
журнал  
Академии наук СССР  
Основан в 1965 году  
Выходит 6 раз в год  
Издательство «Наука»  
Москва

3 МАЙ  
ИЮНЬ  
1982

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

## В номере:

Белоусов В. В.—Идеи О. Ю. Шмидта и развитие физики Земли	2
Сафронов В. С., Рускол Е. Л.—Происхождение Земли и планет	6
Филипченко А. В., Меньщиков В. А.—Первый советско-французский пилотируемый . . . . .	12
Шкловский И. С.—Проблемы метagalактической астрономии . . . . .	17
Смирнов Я. Б.—Тепловое поле Земли . . . . .	24
Бибенин Г. Г., Глазков Ю. Н.—Установка перемещения — что это такое! . . . . .	31
Псковский Ю. П.—Сверхновая, создавшая Крабовидную туманность	36

## ЛЮДИ НАУКИ

Абалакин В. К.—Иван Данилович Жонголович . . . . .	43
--	----

## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Гиндилис Л. М.—Поиск разумной жизни во Вселенной . . . . .	48
--	----

## ЭКСПЕДИЦИИ

Шевелев М. И.—Экспедиции О. Ю. Шмидта в Арктике . . . . .	54
---	----

## ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Пасецкий В. М.—Первый международный полярный год . . . . .	58
Гуриков В. А.—Пулковский 30-дюймовый рефрактор . . . . .	62

## ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Ксанфомалити Л. В.—Планетные системы у ближайших звезд — перспективы поиска . . . . .	65
---	----

## ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО ЛУНЕ

Шевченко В. В.—Море Восточное . . . . .	70
---	----

## КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

Орлов В. А.—Марки, посвященные О. Ю. Шмидту . . . . .	72
---	----

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Ефремов Ю. Н.—На переднем крае науки . . . . .	74
Шолпо В. Н.—Все о землетрясениях . . . . .	76

## НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Новое о Пангее [11]; Масса туманности Андромеды [11]; Яркие планеты вблизи Спики [16]; Сверхдлиннопериодные колебания Земли [29]; Прогноз структуры солнечной короны [29]; Новое о Сатурне [34]; Рейсы кораблей науки [40]; И снова «Витязь» [42]; Загрязнение североафриканского шельфа [42]; Академик В. А. Котельников — лауреат Золотой медали имени М. В. Ломоносова [47]; Член-корреспондент АН СССР Э. Р. Мустель — лауреат премии имени А. А. Белопольского [47]; Фотография метеора [57]; Новая рабочая группа совета «Радиоастрономия» [64]; Новые книги [73, 76, 77, 78, 79]; Статьи и заметки о происхождении и эволюции тел Солнечной системы и звезд, опубликованные в «Земле и Вселенной» в 1965—1981 годах [79]. Обложку оформил А. Л. Кашеков [к статьям Л. М. Гиндилиса и Л. В. Ксанфомалити].

**В октябре 1981 года исполнилось 90 лет со дня рождения Героя Советского Союза академика Отто Юльевича Шмидта. Его работы в области математики, идеи в области физики Земли и физики атмосферы, неутомимая и героическая деятельность, связанная с освоением Арктики, и, наконец, создание космогонической гипотезы происхождения Земли и планет внесли неоценимый вклад в советскую науку.**

**26—27 октября 1981 года в Институте физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР состоялось заседание Ученого Совета, посвященное юбилею ученого. Публикуемые ниже статьи члена-корреспондента АН СССР В. В. Белоусова, докторов физико-математических наук В. С. Сафронова и Е. Л. Рускол и Героя Советского Союза генерал-лейтенанта авиации М. И. Шевелева подготовлены по материалам докладов, прочитанных на этом заседании.**

Член-корреспондент АН СССР  
В. В. БЕЛОУСОВ

## **Идеи О. Ю. Шмидта и развитие физики Земли**

**Многогранная научно-организационная деятельность и фундаментальные идеи академика О. Ю. Шмидта способствовали появлению и развитию новых направлений в науках о Земле.**

В конце 30-х годов О. Ю. Шмидт организовал в Академии наук СССР Институт теоретической геофизики. Это был институт особого рода, в котором ставилась задача изучения Земли как целого: со всеми ее оболочками, и при этом комплексно — различными геофизическими методами. Такое объединение геофизических дисциплин вокруг одной общей проблемы было совершенно новым для того времени. Дисциплины эти тогда только еще «нащупывали» свои возможности, специалисты занимались внутренними методическими вопросами, и о подобном объединении никто не говорил и не думал. Идея такого рода стала достаточно очевидной лишь много позднее, через двадцать лет, во время Международного геофизического года. Это, впрочем, не означает, что и сейчас мы как следует научились эти дисциплины объединять.

Но Отто Юльевич совершил тогда же, в начале 40-х годов, еще один и, может быть, самый смелый шаг: он «впустил» в свой институт геологию. Сочетание качественной, сугубо описательной в то время геологии с количественными геофизическими дисциплинами было делом уже совсем необычным. Но особенно

следует подчеркнуть, что вводя геологию в русло изучения самых крупных проблем земного шара, он ставил перед ней прямую задачу заниматься этими общими проблемами, что также было ново. В то время от геолога ждали региональных исследований, составления геологической карты, поисков полезных ископаемых, работы на конкретных геологических структурах сравнительно небольшого масштаба. А тут перед геологией были поставлены самые общие вопросы, касающиеся строения земного шара. Конечно, и раньше некоторые геологи занимались подобными вопросами, но занимались ими в основном как своим частным делом. Теперь же эти задачи стали включаться в официальный рабочий план.

С тех пор условия сильно изменились. Сейчас, пожалуй, наоборот, в геологии слишком много обобщений, слишком много теоретизирований, и как-то стало мало профессионализма, специальных направлений, стало меньше заботы о фактическом материале. Я боюсь, что если мы в этом направлении будем эволюционировать, то в конце концов мы потеряем фактическую базу для дальнейшего теоретизирования. Но это уже не относится к Отто Юльевичу.

Перед объединенной наукой о Земле Отто Юльевич ставил следующие проблемы: история образования Земли; строение Земли в целом; состояние ее вещества; природа механических сил и их причины (тут подчеркивалось, что теория отстает, ведь и до сих пор у нас нет причинного объяснения геологических явлений); связь сил с тепловым



воздушной оболочке Земли, их я перечислять не буду.

Вспоминается эпизод, относящийся к пребыванию геологов в Институте теоретической геофизики. Оказавшись в тесном окружении математиков, геологи, естественно, были смущены и несколько растеряны. И вот тогда Отто Юльевич как-то сказал, что качественная наука не только существует, но именно она обычно и прокладывает первые пути и что математика — это только средство, которое ничто без качественного понимания природы явлений. Может быть, и сейчас следует иной раз вспомнить эти слова, сказанные крупным математиком. Впрочем, геологи все же старались научиться количественному подходу к явлениям, старались ввести в свою работу число и меру, и немалую роль в этом процессе сыграло развивавшееся в нашем институте тектоно-физическое направление, во

главе которого стоял М. В. Гзовский (1919—1971).

Отто Юльевич очень интересовался тем, какие геологические данные следует обязательно привлечь для разработки космогонической теории происхождения Земли. Он рассматривал геологическую историю Земли как продолжение ее догеологической жизни и обе стадии стремился объединить в единую систему. Но должна быть и обратная связь, то есть геологические данные должны служить в известной мере и про-

состоянием Земли (этот пункт нужно особенно выделить, поскольку он в каком-то смысле пророческий — все современные представления о причинах механических процессов в земном шаре мы связываем с тепловым режимом Земли); происхождение магнитного поля; электрическое поле Земли; геофизические методы разведки; методы интерпретации; свойства горных пород. Дальше шли вопросы, относящиеся к водной и

*Геофизическая группа при Институте географии АН СССР — «зародыш» Института теоретической геофизики. Слева направо: П. П. Лазарев, О. Ю. Шмидт, С. С. Ковнер, Н. П. Горбунов, А. А. Григорьев (стоит), В. В. Шулейкин. Фото 1935 года*





веркой космогонических представлений. В связи с этим в 1951 году Отто Юльевич собрал в своем институте совещание, на котором обсуждались геологические факты, имеющие космогоническое значение. Задача состояла в том, чтобы определить, какие именно факты можно считать достоверно установленными геологией, и в дальнейшем учитывать их при построении космогонической теории. В этом совещании участвовали Н. С. Шатский, П. Н. Кропоткин, А. В. Пейве (Геологический институт АН СССР), В. В. Щербина (Институт геохимических проблем), а из сотрудников Геофизического института были О. Ю. Шмидт, В. А. Магницкий, Е. Н. Люстих, Б. Ю. Левин, М. В. Гзовский, Г. Ф. Хильми и автор этой статьи. В том же 1951 году результаты совещания были опубликованы в журнале «Известия Академии наук СССР. Серия геологическая». Если бы эту публикацию сейчас вновь прочли некоторые из участников того совещания, им пришлось бы сказать стихами И. С. Тургенева: «...и я сжег все, чему поклонялся, поклонился всему, что сжигал»<sup>1</sup>.

В 40-х годах Отто Юльевич выступил со своей теорией происхождения Солнечной системы и Земли. Его знаменитые четыре лекции стали большим событием<sup>2</sup>. Его идеи, поистине революционные, сыграли огромную роль в последующем развитии наук о Земле. В то время еще

<sup>1</sup> Тургенев И. С. Полн. собр. соч. М.: Наука, 1981, т. 6, с. 75.

<sup>2</sup> Шмидт О. Ю. Четыре лекции о теории происхождения Земли (3-е изд.). М.: Изд-во АН СССР, 1957.

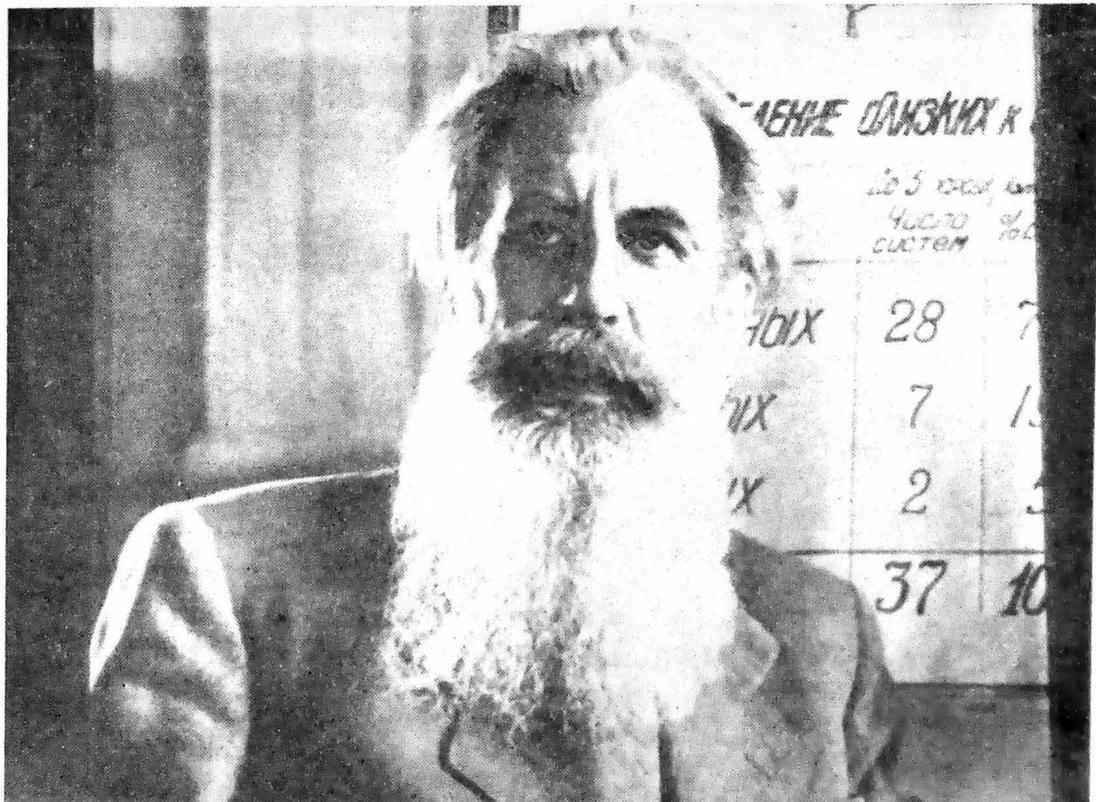
полностью господствовали представления, уходившие своими корнями к Лапласу. Геологи были убеждены, что первоначально горячая Земля в течение всего времени своего существования остывала и сокращалась в объеме. Отсюда следовала контракционная гипотеза (или гипотеза сжатия), которая многие десятилетия была общепринятой. И хотя в классическом своем виде гипотеза сжатия к 40-м годам уже не существовала, связанные с ней представления о механизме процессов в земной коре продолжали сохранять свое влияние. А в теории О. Ю. Шмидта все оказалось наоборот: холодная вначале Земля затем постепенно разогревалась радиоактивным теплом. Естественно, эта идея была встречена по-разному. Некоторые крупные исследователи долго не могли с ней примириться. И тут Отто Юльевич всю показал свой боевой характер. Он и его сотрудники развернули широчайшую кампанию за новые взгляды. По научным организациям всей страны прошли обсуждения этой новой гипотезы. Было много споров, во время которых Отто Юльевич демонстрировал необыкновенный полемический талант. Наблюдать за ним во время такой полемики было чрезвычайно интересно. Выслушав возражения, он внешне суровел и сухо, я бы сказал, даже сердито излагал свои аргументы; а затем, вдруг сверкнув глазами, острил, и битва сразу превращалась в мирную беседу друзей. Он умел обезоружить противника и суровой уверенностью в своей правоте, и яркой шуткой. Надо сказать, те, кто видел Отто Юльевича, вероятно, больше всего вспоминают его удивительные глаза. Они могли быть любыми: от стальных, свирепых, перед которыми хотелось съежиться, до необыкновенно мягких и веселых. О. Ю. Шмидт был превосходным оратором, он обладал особенным даром пользоваться широчайшей гаммой интонаций и своеобразной манерой как-то «вкусно» обволакивать некоторые слова, которые он хотел выделить.

Идеи О. Ю. Шмидта стали получать распространение и в конце кон-

цов привлекли внимание геологов и геофизиков. Поясним это. Тектонические, магматические и метаморфические процессы происходили в течение всей геологической истории, и для них требовалась энергия. При том нет явных признаков, что интенсивность этих процессов в целом существенно уменьшилась за геологическое время. Между тем начальное горячее состояние планеты едва ли обеспечивало необходимой энергией геологические процессы, развивающиеся постоянно. Например, такой источник энергии, как дифференциация вещества по плотности, при постоянно расплавленном состоянии Земли должен был прекратить свое существование на ранних стадиях. А холодное происхождение Земли при квазиоднородном начальном распределении материала с последующим разогреванием радиоактивным теплом создавало предпосылки для длительного существования этого источника энергии. Сейчас мы знаем: тектонические, магматические и метаморфические процессы в различных зонах на поверхности Земли характеризуются разной интенсивностью и сочетаниями, что позволяет нам говорить о различных эндогенных режимах. Установлено, что разные эндогенные режимы связаны с разной величиной теплового потока, собственно, они и определяются величиной теплового потока. И когда мы говорим о возбужденных и спокойных эндогенных режимах, например геосинклинальном и платформенном, мы имеем в виду именно термическое возбуждение земных недр или их спокойное состояние.

Глубинный механизм в целом представляется сейчас в следующем виде: при разогревании Земли происходит дифференциация ее вещества по плотности. Первоначально, по-видимому, процесс идет где-то очень глубоко, может быть, в нижних слоях нижней мантии. При этом тяжелый материал опускается в ядро, а легкий поднимается в верхнюю мантию и после дополнительных разделений и преобразований проникает в кору. С таким относительно легким материалом и приносится тепло в верхнюю мантию и в кору. Процесс идет

неравномерно в пространстве, и поэтому на поверхности наблюдаются зоны более и менее активные. Можно думать, что в Земле есть пути относительно более благоприятные для подъема легкого материала, некие «каналы» пониженной вязкости, природа которых пока не ясна. Судя по распределению тектонических зон, сеть этих каналов имеет определенную ориентированность, которая выдерживается довольно стабильно в течение всей геологической истории. Со временем меняется роль отдельных ориентировок, кроме того, сеть каналов редет. Эволюцией такой сети можно объяснить изменение распределения эндогенных режимов на поверхности Земли во времени. Но существует еще ритм эндогенных процессов, их цикличность, или квазипериодичность. Она указывает на то, что порции нагретого материала всплывают из глубины к поверхности неравномерно во времени. Видимо, легкий материал должен накопиться, прежде чем он в состоянии будет всплыть. Таким образом, создается возможность для периодического прогревания верхней мантии и коры, и этим, оказывается, можно объяснить ту последовательность событий, которую составляет каждый эндогенный цикл. Очень большое значение здесь имеют фазовые переходы типа, скажем, полного или частичного плавления в верхней мантии или в коре; это во многих случаях приводит к инверсии плотностей и к явлениям, обычно объединяемым общим термином диапиризм (потеря механической устойчивости, прорыв разуплотненного вещества снизу вверх, сквозь более плотное вещество, лежащее выше). Интересно, что даже такой процесс, как складкообразование, традиционно связываемое с охлаждением и сжатием земной коры, теперь в самых сложных своих проявлениях тоже можно объяснить разогреванием и явлением диапиризма. Таким образом, мы сейчас представляем себе Землю как тепловую машину, в которой в процессе гравитационной дифференциации накопленное в глубине тепло подается в верхние оболочки всплывающим



*О. Ю. Шмидт выступает с докладом о своей космогонической теории (Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга)*

веществом, причем происходит это неравномерно в пространстве и во времени. Подобная пространственная и временная неоднородность теплового поля планеты объясняет проявления эндогенных режимов на поверхности Земли и их историю.

Такая схема связи глубинного развития земного шара с геологическими процессами на поверхности была разработана и продолжает разрабатываться, особенно в Институте физики Земли АН СССР. Корни же этих представлений — в идеях Отто Юльевича Шмидта об условиях образования и начальных стадиях существования Земли.

В заключение я хочу привести слова, произнесенные академиком Г. А. Гамбурцевым на первом обсуждении теории О. Ю. Шмидта в нашем институте: «Отто Юльевич Шмидт в четырех лекциях познакомил нас с той большой работой, которая была проделана им и руководимыми им сотрудниками по созданию новой космогонической теории.

Мы гордимся тем, что эта теория создана в Советском Союзе, и тем, что она возникла и развилась в нашем институте. Особенно ценным является то обстоятельство, что эта теория является источником новых идей в области физики Земли, процессов развития и современного состояния земной коры. Обязанность нашего института заключается в том, чтобы это направление было подхвачено коллективом сотрудников нашего института и на его основе была бы создана и развита современная материалистическая теория развития и строения Земли».



Доктор физико-математических наук  
В. С. САФРОНОВ  
Доктор физико-математических наук  
Е. Л. РУСКОЛ

## Происхождение Земли и планет

**Около 30 лет назад академик О. Ю. Шмидт разработал гипотезу происхождения Земли и планет. Его последователи в нашей стране и за рубежом дополнили и детализировали эту гипотезу. Став достоянием современной науки, гипотеза до сих пор служит фундаментом планетной космогонии.**

### О. Ю. ШМИДТ И ПЛАНЕТНАЯ КОСМОГОНИЯ

Отто Юльевич Шмидт посвятил планетной космогонии последние 12 лет своей необычайно многогранной творческой жизни. Его решение взяться за разработку космогонической гипотезы было логическим шагом большого ученого от насущных практических задач, которыми он много и успешно занимался, к фундаментальной проблеме.

Достаточно заглянуть в книги по геологии и геофизике 40—50-х годов, чтобы убедиться, насколько «не стыковалась», в свете тогдашних гипотез о происхождении Земли, ранняя история планеты с ее современным состоянием. О. Ю. Шмидт сделал правильный методологический вывод, указав, что планетная космогония — это комплексная астрономо-геолого-геофизическая проблема, для решения которой одних астрономических сведений заведомо недостаточно и необходимо привлечение всевозможных данных, какими располагают науки о Земле. Он использовал все свое влияние и дар убеждения, что-

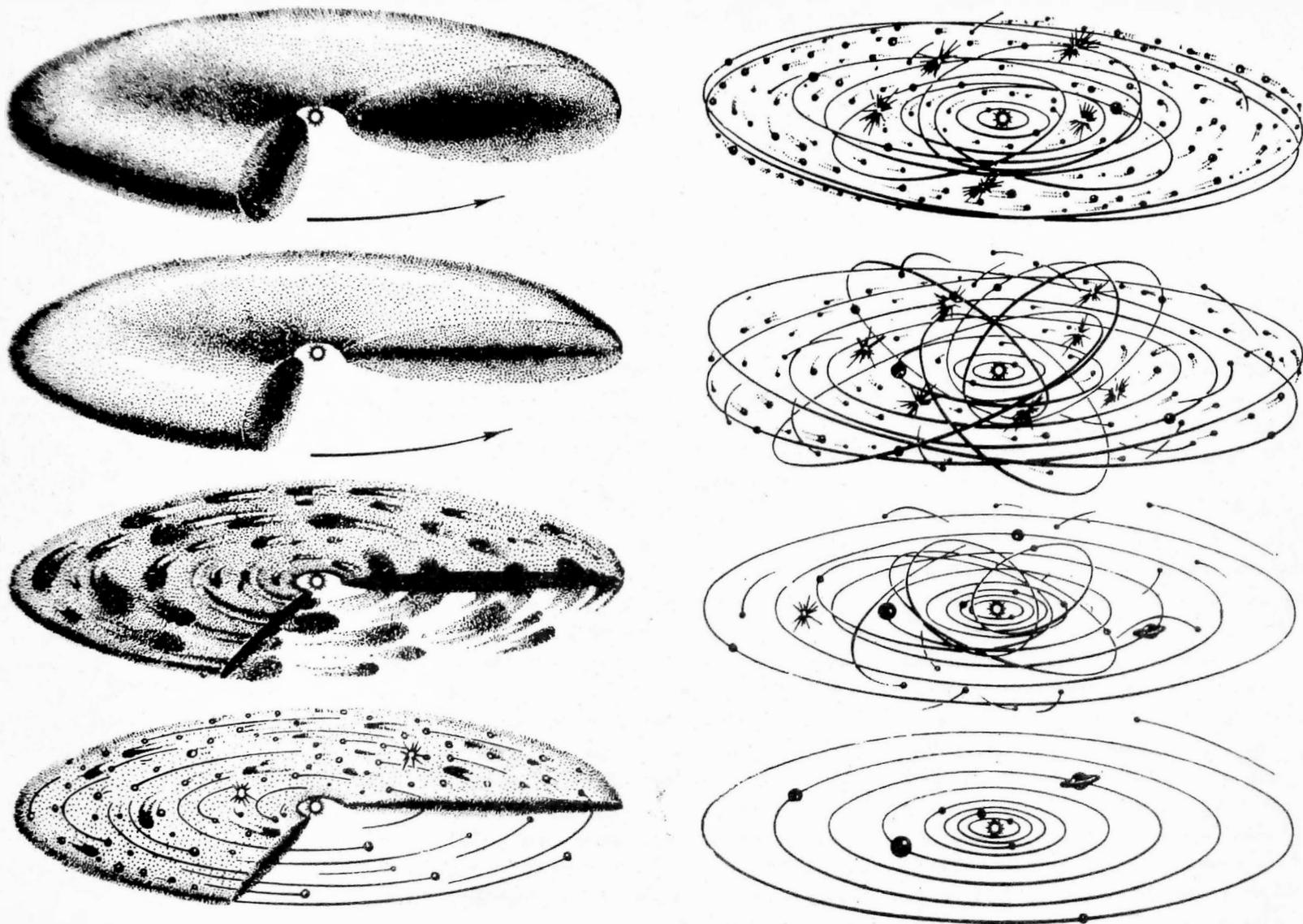
бы приобщить к разработке космогонической гипотезы квалифицированных ученых разных специальностей.

Гипотеза Шмидта на новом, современном уровне развивала классическую материалистическую космогонию Канта и Лапласа. В основе новой космогонической концепции лежала идея образования планет не в результате сжатия раскаленных газовых сгустков, а путем объединения (аккумуляции) холодных твердых частиц и тел. Эти тела (планетезимали), по размерам близкие к метеоритам и астероидам, в относительно короткое время (десятки тысяч лет) сформировались из пыли и газа дискообразной туманности, окружавшей молодое Солнце. О. Ю. Шмидт показал, что вследствие законов сохранения энергии и момента количества движения туманность, или, как чаще ее называют, допланетное облако, должна была разделиться на несколько кольцеобразных «зон питания». В них-то и аккумуляровались будущие планеты, причем этот процесс длился около  $10^8$  лет. Из такого представления неизбежно следовало, что Земля никогда не была огненно-жидкой. Вначале относительно холодная (во всяком случае нерасплавленная), она разогрелась лишь потом, при распаде радиоактивных элементов.

О. Ю. Шмидт полагал, что допланетное облако было захвачено Солнцем, когда оно проходило через межзвездную туманность. Астрономы встретили это предположение весьма критически, считая подобный захват маловероятным. О. Ю. Шмидт отмечал, что в больших газовой-пы-

левых комплексах, где звезды образуются группами, возможности для захвата газово-пылевого облака значительно благоприятнее. Тем не менее никого из своих сотрудников он не обязывал ни разрабатывать его идею, ни поддерживать ее. Каждый имел полное право высказывать собственную точку зрения по этому спорному вопросу. О. Ю. Шмидт подчеркивал, что последующая эволюция облака мало зависела от способа его образования. В ходе эволюции все больше затухевало начальное состояние облака и начинали превалировать внутренние закономерности развития. Поэтому исследование процесса формирования планет не следует откладывать до тех времен, когда, наконец, будет решена проблема происхождения допланетного облака. Сейчас большинство космогонистов придерживается взглядов о совместном образовании Солнца и планет.

После О. Ю. Шмидта в носящем его имя Институте физики Земли АН СССР были шаг за шагом исследованы основные этапы превращения допланетного газово-пылевого облака в современную систему планет и спутников. Созданная в институте модель образования планетной системы (Земля и Вселенная, 1972, № 4, с. 18—23.— Ред.) может служить рабочей схемой при истолковании наблюдений из космоса и анализе данных наук о Земле. В настоящее время в США, Японии, Италии, ФРГ организованы научные группы, которые разрабатывают либо модель, предложенную в Институте физики Земли, либо очень близкие к ней модели. Не имея возможности рассказать о всех аспектах планетной



*Эволюция допланетного облака по О. Ю. Шмидту. Слева — этап превращения пылевого слоя в рой планетезималей, продолжавшийся около  $10^4$  лет. Справа — этап объединения роя планетезималей в планеты, длившийся более  $10^8$  лет*

космогонии, мы остановимся лишь на ее наиболее дискуссионных вопросах.

#### ЧТО МЫ ЗНАЕМ О ДОПЛАНЕТНОМ ОБЛАКЕ

Пока эволюция протозвезд не рассчитана до стадии образования допланетного облака. Поэтому судить о том, каким оно было, мы можем, лишь исходя из наших знаний о Солнечной системе. Как же получить минимальную массу допланетного об-

лака? Массу всех планет дополним до космического обилия недостающими летучими и неконденсируемыми компонентами (в основном, водородом и гелием). Тогда масса облака составит около 2% солнечной. В действительности допланетное облако теряло не только газ, но и твердое вещество. Как показали Б. Ю. Левин и В. С. Сафронов, на заключительном этапе роста планеты-гиганты своими гравитационными возмущениями выбрасывали из Солнечной системы больше твердого вещества, чем приобретали. Из зоны Юпитера тела, имевшие высокие скорости, проникали в соседнюю зону астероидов и, сталкиваясь там с меньшими по размерам телами, захватывали их с собой. В зоне астероидов осталось менее 1% первоначальной массы. Немногие тела, выброшенные планетами-гигантами из Солнечной системы, образовали на далекой периферии Солнечной системы ко-

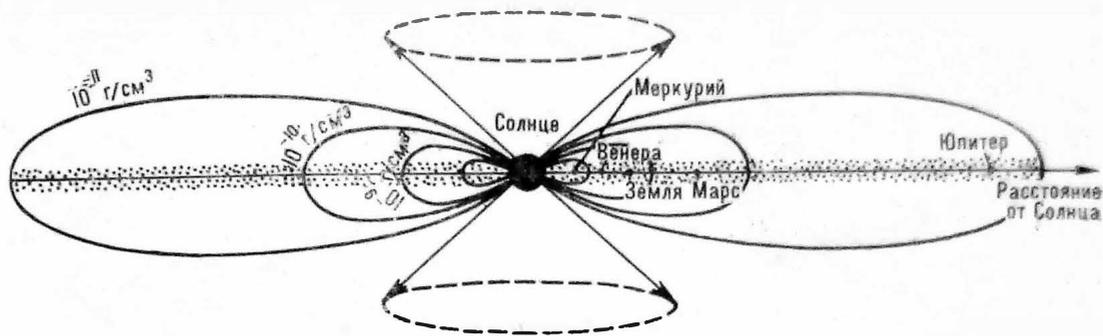
метное облако («облако Оорта»). В общем балансе массы кометное облако заметной роли не играет. Поэтому можно полагать, что начальная масса допланетного облака была около 0,05 солнечной. Если размеры этого облака соответствовали размерам современной Солнечной системы (в пределах орбиты Плутона), то момент количества движения облака составлял около  $10^{52}$  г·см<sup>2</sup>/с. Напомним, что суммарный момент всех планет равен  $3 \cdot 10^{50}$  г·см<sup>2</sup>/с, а момент Солнца  $6 \cdot 10^{48}$  г·см<sup>2</sup>/с. Согласно численному моделированию, проведенному С. Доллом (США) в 1970 году, при массе около 0,2 солнечной облако скорее слилось бы в один звездоподобный спутник Солнца (таких карликовых звезд много в Галактике), чем распалось бы на несколько планет.

В рамках планетной космогонии допланетное облако рассматривалось

как исходный материал для формирования планет. В таком облаке уже закончены радиальные перемещения вещества. В звездной космогонии исследуется более общий процесс образования самих звезд, в частности, ведутся расчеты сжатия (коллапса) протосолнечной туманности. Настала пора согласовать данные планетной и звездной космогонии. Звездная космогония должна определить начальные параметры протосолнечной туманности, при которых действительно возникает допланетное облако. Планетной космогонии предстоит изучить физические условия в образующемся облаке, в частности, установить максимальную температуру его вещества при коллапсе и степень испарения первичных (межзвездных) пылевых частиц. Одинаково важно — и для планетной, и звездной космогонии — исследовать процесс разделения протосолнечной туманности на протосолнце и допланетное облако и найти эффективный механизм передачи момента количества движения от первого ко второму.

Численное моделирование сжатия быстро вращающихся туманностей показало, что на некоторой стадии вокруг плотного центрального ядра образуется менее плотное кольцо. Оно неустойчиво и распадается на два или несколько фрагментов. Естественным финалом такого процесса должны быть двойные или кратные звезды, а не планетная система.

Сжатие медленно вращающихся протозвезд идет совершенно по-другому. При начальном моменте количества движения туманности, меньшем  $10^{53}$  г·см<sup>2</sup>/с (у солнечного допланетного облака —  $10^{52}$  г·см<sup>2</sup>/с), вокруг горячего ядра не возникает плотное кольцо, а потому и нет условий для образования двойной звезды. Ядро в такой модели достаточно компактное (меньше орбиты Меркурия) и горячее. В нем может усиливаться магнитное поле, способствующее переносу момента из центральной области наружу и, следовательно, дальнейшему сжатию ядра в звезду. Сложнее обстоит дело с образованием допланетного облака. В экваториальной плоскости ядра



*Разрез допланетного газопылевого облака в меридиональной плоскости. Показаны линии равной плотности в газе. Внутри конусов возможна тепловая диссипация газа в пространство*

вещество отделяется и формирует диск, который постепенно расширяется до размеров орбит внешних планет, если этому диску эффективно передается от ядра момент количества движения. Такая передача возможна, когда газ в диске находится в состоянии интенсивного турбулентного движения. Это движение, по-видимому, поддерживается за счет энергии продолжающегося падения на диск остатков туманности.

После образования допланетного облака его эволюция начиналась с затухания первоначальных турбулентных движений. Еще в 1956—1957 годах авторы этой статьи показали, что турбулентность в допланетном облаке должна затухнуть в течение нескольких десятков периодов обращения вокруг Солнца. Затем пылевые частицы, сконденсировавшиеся в остывшем облаке, за время порядка немногих тысяч оборотов облака вокруг Солнца опустились к его центральной плоскости, сформировав там пылевой слой. Когда плотность слоя достигла критического значения (в 100 раз больше плотности газа), слой стал гравитационно неустойчив и распался на пылевые сгущения из частиц сантиметровых размеров. Объединяясь при столкновениях, сгущения сжимались и превратились в обычные твердые тела. И уже через десятки тысяч лет после образования допланетного облака в зоне Земли возник многочисленный рой тел (более миллиарда) радиусом в несколько километров.

Позднее выяснилось, что газ допланетного облака вносит некоторые поправки в эту картину. Пылевой слой вращался вокруг Солнца несколько быстрее, чем окружающий его газ. Ведь газовое давление убывало с расстоянием от Солнца, поэтому на границе пылевого слоя газ приобретал турбулентное движение. Он увлекал с собой пылевые частицы и увеличивал толщину пылевого слоя, препятствуя достижению в нем критической плотности. Слой распался на отдельные сгущения, лишь когда частицы объединились в тела метровых размеров.

Вначале газа в допланетном облаке было почти в 100 раз больше, чем твердого вещества. Газ (в основном, водород и гелий) замедлял движение небольших тел, уменьшая эксцентриситеты их орбит. К телам планетных размеров газ мог присоединяться, образуя массивные атмосферы. Поэтому важно установить, когда и каким образом газ покинул Солнечную систему. Обычно рассеяние (диссипацию) газа связывают с его выдуванием интенсивным солнечным ветром на ранней стадии, когда Солнце еще не достигло стационарного состояния и было звездой типа Т Тельца (Земля и Вселенная, 1965, № 6, с. 10—15. — Ред.).

Недавно Г. В. Печерникова и А. В. Витязев пересмотрели вопрос о тепловой диссипации газа из допланетного облака. Это облако было довольно плоским. Плотность газа в нем быстро убывала с расстоянием от его центральной плоскости, и уже на умеренных гелиоцентрических широтах плотность оказывается настолько малой, что в эту область свободно проникало солнечное излучение. Ультрафиолетовое

излучение Солнца нагревало газ до температуры несколько тысяч градусов, благодаря чему газ диссипировал из этой части облака со скоростью 0,01 солнечной массы в  $10^6$  лет, если интенсивность ультрафиолетового излучения Солнца равнялась современной.

## ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ РОСТА ЗЕМЛИ

Наиболее подробно эволюция роя допланетных тел и аккумуляция их в планеты исследовалась в созданном О. Ю. Шмидтом отделе эволюции Земли Института физики Земли. Распределения масс и скоростей допланетных тел тесно взаимосвязаны, но задача о совместной эволюции этих распределений чрезвычайно сложна.

Расчеты роста допланетных тел, имеющих заданные скорости, с учетом объединения и дробления этих тел при столкновениях позволили установить, как они распределены по массам. В допланетном облаке особенно многочисленны тела малых размеров, вплоть до мельчайших пылинок, и очень немного крупных тел. Тем не менее основная масса допланетного облака сосредоточена именно в крупных телах, подобных астероидам. Этот вывод хорошо согласуется с наблюдаемым распределением ударных кратеров на Луне и распределением масс падающих на Землю метеоритов.

По распределению масс в рое допланетных тел удалось оценить относительные скорости таких тел. Это очень важно, поскольку относительными скоростями допланетных тел определяется время роста планет. Скорости допланетных тел увеличивались во время их сближения вследствие гравитационных возмущений и уменьшались при столкновении и объединении. Если приход и расход энергии движения сбалансирован, то скорости допланетных тел пропорциональны радиусу самого большого из них. Коэффициент пропорциональности обычно выражается через численный параметр  $\theta$ , зависящий от распре-

деления масс в допланетном облаке. Если основная масса вещества сосредоточена в крупных телах,  $\theta$  заключено между 3 и 5. Когда увеличивается доля массы, содержащаяся в малых телах,  $\theta$  возрастает. Чем больше  $\theta$ , тем быстрее происходит аккумуляция допланетных тел в планеты. При  $\theta$ , равном 3—5, Земля приобретает 98% своей массы за  $10^8$  лет.

Как же происходил рост планет? Самое крупное тело в своей «зоне питания» росло быстрее остальных. Оно эффективно приобретало массу, «поглощая» все сталкивающиеся с ним тела. Такие крупные тела названы зародышами планет. Первоначально зародышей было много и каждый имел свою узкую «зону питания». Но по мере роста им становилось тесно. Эксцентриситеты орбит остальных тел увеличивались, «зоны питания» соседних зародышей расширялись и объединялись. В конкурентной борьбе выжили лишь самые крупные зародыши. Они и стали планетами.

Попытку численного моделирования процесса аккумуляции планет сделал в 1978 году Р. Гринберг с коллегами (США). В начальный момент аккумуляции все тела имели километровые размеры и одинаковые относительные скорости. При столкновениях тела объединялись. За время порядка  $10^4$  лет в системе образовалось небольшое число крупных тел радиусом свыше 100 км, но преобладающая часть массы все еще входила в мелкие тела, и соответственно скорости тел увеличились мало. Параметр  $\theta$  на этой промежуточной стадии аккумуляции достигал нескольких сотен.

Дж. Везерилл (США) выразил сомнение по поводу этих результатов. Он также провел численное моделирование процесса аккумуляции и получил на ее заключительной стадии малые значения  $\theta$  (2—3) и время образования Земли порядка  $10^8$  лет.

Один из авторов этой статьи (В. С. Сафронов) нашел приближенное аналитическое решение задачи аккумуляции многочисленных зародышей в планеты. На промежуточной стадии аккумуляции рост скоростей, действительно, несколько отстает от роста размеров зародышей, и  $\theta$  увеличивается до 10—15. Но когда масса всех зародышей достигает десятой доли общей массы тел,  $\theta$  начинает уменьшаться и к концу аккумуляции приближается к 1. Так как заключительная стадия самая продолжительная, то время аккумуляции Земли практически не сократилось и равно приблизительно  $10^8$  лет.

Согласно идее О. Ю. Шмидта, спутники планет образовались из планетезималей, захваченных планетами в процессе аккумуляции. Испытав взаимные столкновения, эти небольшие тела сформировали в окрестностях растущей планеты спутниковые рои. Развитие идеи О. Ю. Шмидта показало, что Луна могла образоваться на околоземной орбите из частиц и тел спутникового роя.

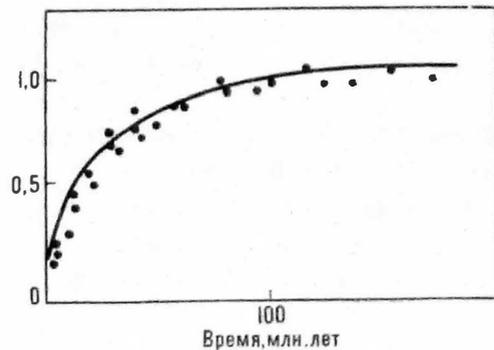
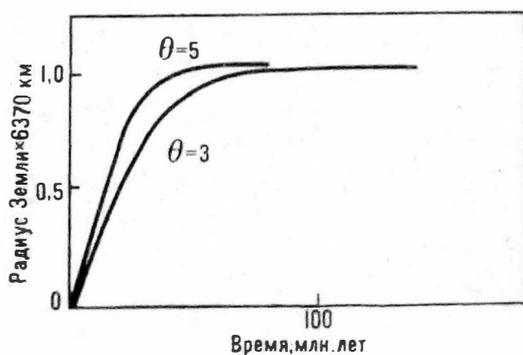
Еще в ходе аккумуляции, продолжавшейся около  $10^8$  лет, Земля

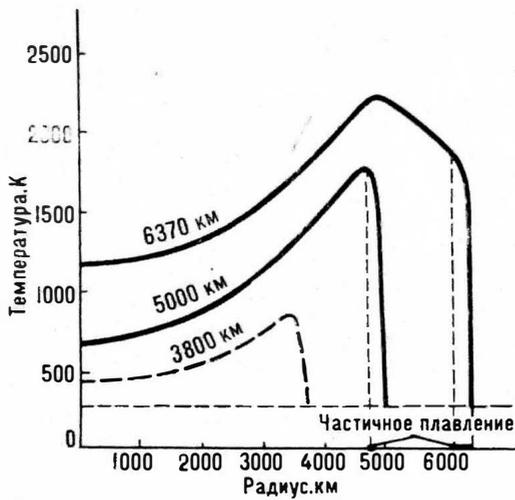
*Скорость роста радиуса Земли, согласно аналитической оценке В. С. Сафронова (слева)*

*и численным расчетам*

*Дж. Везерилла.*

*Радиус Земли увеличивается быстрее при больших значениях  $\theta$*





*Распределение температуры в растущей Земле для трех значений ее радиуса — 3800, 5000 и 6370 км. Когда радиус Земли увеличился до 5000 км, на глубине примерно 300 км температура впервые достигла точки плавления. К концу аккумуляции Земли (при радиусе 6370 км) частично расплавленным был слой на глубине от 50 до 400 км*

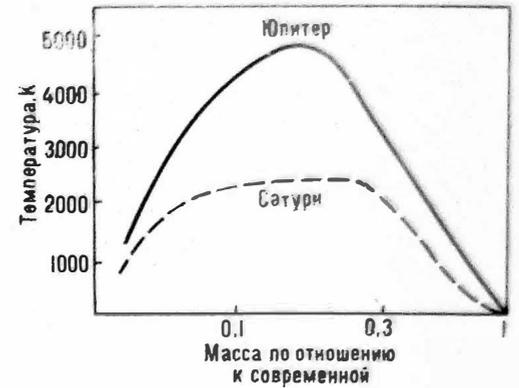
разогревалась при распаде радиоактивных элементов, сжатию вещества недр под давлением вышележащих слоев и в результате падения крупных тел, которые составляли значительную долю массы допланетного облака. Энергия ударов освобождалась на глубинах порядка сотен километров и не так легко излучалась с поверхности, как при падении малых тел. Сильнее всего нагрелась верхняя мантия Земли. За исключением тонкого поверхностного слоя (около 50 км), верхняя мантия достигла температуры, при которой началось плавление. Частично расплавленными оказались самые легкоплавкие вещества. Дальнейшему нагреванию и плавлению препятствовала конвекция. К концу аккумуляции началось разделение вещества Земли по плотности. Этот процесс облегчался наличием значительных неоднородностей и, в частности, расплавленных очагов, возникших при падении наиболее крупных тел. Спустя сотни миллионов лет сформировалось земное ядро. Таким образом, теория аккумуляции Земли дает важные сведения о ее начальном

состоянии, необходимые для исследования ранней (догеологической) истории нашей планеты.

### ОБРАЗОВАНИЕ ПЛАНЕТ-ГИГАНТОВ

А. Камерон (США) предположил, что планеты-гиганты сформировались из массивных газовых протопланет низкой плотности, возникших в допланетном облаке вследствие гравитационной неустойчивости. Было рассчитано сжатие подобных протопланет и их превращение в планеты. Но авторы этой статьи показали, что в допланетном облаке, имевшем небольшую массу, образование газовых протопланет невозможно.

Планеты-гиганты сформировались другим, более естественным путем. На первом этапе в их «зонах питания» зародыши планет росли так же, как и в зонах планет земной группы. Через  $3 \cdot 10^7$  лет в зоне Юпитера и через  $2 \cdot 10^8$  лет в зоне Сатурна зародыши планет достигли критической массы, при которой под действием их тяготения началось падение (аккреция) окружающего газа на эти тела, благодаря чему рост зародышей ускорился. К тому времени уже около 90% первоначального количества газа успело диссипировать из «зон питания» Юпитера и Сатурна. Авторы этой статьи рассмотрели процесс аккреции и оценили ее скорость на разных стадиях роста планет. Особенно интенсивное падение газа на Юпитер происходило, когда его масса составляла около одной трети современной, температура поверхности была максимальной — около 5000 К, а светимость — около 0,003 светимости Солнца. Сатурн рос медленнее. Его масса была меньше и температура поверхности поднималась лишь до 2000—2400 К. Из близких к орбите планеты частей «зоны питания» газ поступал свободно, а из далеких лишь путем медленной диффузии. Одновременно происходила диссипация газа, которая и завершила процесс аккреции. Уран и Нептун росли еще медленнее, чем Сатурн. Эти планеты расположены дальше от Солнца, и в их «зонах питания»

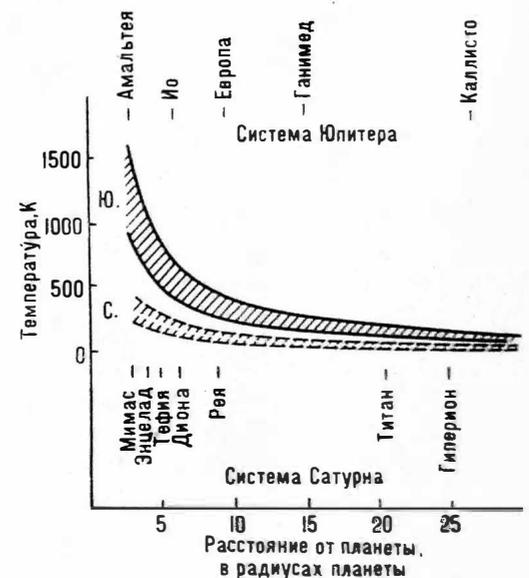


*Изменение температуры Юпитера и Сатурна в ходе аккреции*

плотность вещества была меньше. Когда зародыши Урана и Нептуна достигли критической массы, газ уже диссипировал из их «зон питания».

Падая на планету из вращающегося облака, газ придавал ей вращение в том же направлении. Часть газа, имевшая избыточный момент, не могла войти в состав планеты и образовала вокруг нее вращающийся диск. Постепенно газ улетучился из околопланетного диска. Согласно оценкам, протяженность диска составляла около 20 радиусов планеты. Такого же порядка размеры спутниковых систем Юпитера и Сатурна. Температура газа в диске, сформировавшемся вокруг Сатурна,

*Распределение температуры в газовых дисках, образующихся вокруг Юпитера и Сатурна на стадии аккреции*



всюду ниже 300 К, поэтому в окрестностях Сатурна вода должна была находиться в конденсированном состоянии. В газовом диске, окружающем Юпитер, температура значительно выше. В области, где расположены Ио и Европа, в твердом состоянии могли быть только каменистые вещества, а вблизи орбит Ганимеда и Каллисто могла конден-

сироваться вода. Таким образом, характерное изменение химического состава в системе спутников Юпитера и однородность химического состава ближайших к Сатурну спутников объясняются в рамках рассмотренной модели аккумуляции планет-гигантов.

Современная теория аккумуляции планет из твердого вещества, основы которой заложены О. Ю. Шмид-

том, получила признание в мировой науке. В последнее время расширились связи планетной космогонии с звездной космогонией, космохимией, космическими исследованиями, науками о Земле. Взаимодействуя со смежными науками, космогония получает все более надежные наблюдательные и экспериментальные подтверждения своим идеям.

## НОВОЕ О ПАНГЕЕ

Согласно известной гипотезе, еще 150 млн. лет назад на Земле существовал гигантский суперконтинент — Пангея, который впоследствии разделился на нынешние материки. Сколько же времени существовала Пангея как единое целое? На этот счет общего мнения у специалистов нет.

Канадские ученые П. Морел и Э. Ирвинг проанализировали палеомагнитные данные за 295 млн. лет. Данные эти позволяют определить местоположение образца породы относительно магнитного полюса в древности и тем самым — нахождение места континента в целом. П. Морел и Э. Ирвинг установили: общепринятая конфигурация Пангеи (ее они называют Пангея «А») на первых порах совпадает с очертаниями «новой», построенной авторами Пангеи «Б». И лишь 280 млн. лет назад, когда породы начали перемещаться, очертания «старой» и «новой» Пангеи стали различаться.

В реконструкции Пангеи «Б», сделанной П. Морелом и Э. Ирвингом, Африка соприкасается с Южной Европой, северо-запад Южной Америки стыкуется с районом Аппалачских гор в Северной Америке, а континенты, ныне обрамляющие Атлантический океан, расположены несколько дальше друг от друга, чем в модели Пангеи «А». Впоследствии, по мнению ученых, северные и южные континенты сместились относительно друг друга не менее, чем на 3500 км, что сопровождалось небольшими перемещениями Европы и Северной Америки. В результате 190–200 млн. лет назад эти части суши и заняли то положение, которое им отведено в модели Пангеи «А».

Модель Пангеи «Б» во многом разрешает геотектонические и геологические проблемы, которые оставались неясными в рамках модели Пангеи «А». Поскольку протяжен-

ные горные цепи — результат столкновений крупных массивов суши, такие хребты должны прослеживаться на обоих континентах, участвующих в столкновениях. Модель Пангеи «Б» позволила «состыковать» ряд горных хребтов, что не удавалось в рамках модели «А». Кроме того, становится ясно, почему в породах старше 250 млн. лет мы не находим следов существования ископаемого океана Тетис. Согласно модели «Б», в то отдаленное время Тетис просто еще не успел возникнуть.

Первую попытку создать модель «другой Пангеи» П. Морел и Э. Ирвинг предприняли в 1977 году, но тогда они еще не располагали достаточно вескими доказательствами. Новые же палеомагнитные данные, собранные повсеместно различными специалистами, дополнили и подкрепили аргументы в пользу существования Пангеи «Б».

Journal of Geophysical Research, 1981, 86, 133.

## МАССА ТУМАННОСТИ АНДРОМЕДЫ

Известный канадский астроном С. ван ден Берг определил массу спиральной галактики М 31 — знаменитой туманности Андромеды.

Для этого он использовал данные о движении шаровых звездных скоплений внутри туманности Андромеды, а также небольших галактик-спутников вокруг нее. Зная расстояния спутников от центра главной галактики и скорости их движения по орбитам, можно найти массу этой галактики, заключенную внутри орбиты данного спутника или группы спутников.

Оказалось, что в центральной части туманности Андромеды радиусом 5,9 кпк содержится  $0,9 \cdot 10^{11}$  солнечных масс, а в области радиусом 19,3 кпк —  $2,4 \cdot 10^{11}$  солнечных масс. Эти результаты хорошо согласуются с недавним определением массы галактики по скорости вращения нейтрального водорода на ее периферии: в области радиусом 30 кпк заключена масса  $3 \cdot 10^{11}$  солнечных.

С. ван ден Берг вычислил также полную массу группы галактик, в которую входят М 31, ее спутники — М 32, NGC 147, NGC 185, NGC 205, LGS 3 (объект № 3 в списке галактик — кандидатов в члены Местной группы) — и небольшая спиральная галактика М 33 в созвездии Треугольника. Масса всей группы, в которой самая массивная, конечно, туманность Андромеды, составляет  $8 \cdot 10^{11}$  солнечных. Это очень много, если учесть, что на расстояниях более 30 кпк от центра туманности Андромеды астрономам не удается зарегистрировать никакого светящегося или радиоизлучающего вещества. И хотя размер всей группы галактик около 250 кпк, наблюдаемого в ней вещества явно недостаточно, чтобы объяснить полученное значение массы.

Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 1981, 93, 554.





Дважды Герой Советского Союза,  
летчик-космонавт СССР  
**А. В. ФИЛИПЧЕНКО**  
**В. А. МЕНЬЩИКОВ**

## Первый советско-французский пилотируемый

**В 1982 году еще одна страна — Франция — будет иметь своего космонавта. На советском корабле с советскими коллегами в космос поднимется французский летчик.**

Франция одной из первых западных держав начала исследования космического пространства. В 1959 году во Франции был создан Национальный комитет по космическим исследованиям, который через три года преобразовали в Национальный центр космических исследований (КНЕС). Этот центр подготавливает космические программы и предложения по финансированию космической деятельности Франции (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 51—56.— Ред.).

Планомерное советско-французское сотрудничество началось после заключения в 1966 году межправительственного соглашения о сотрудничестве в освоении и изучении космоса в мирных целях. В соглашении подчеркивалось, что развитие сотрудничества между двумя странами будет способствовать взаимопониманию, укреплению дружеских отношений и послужит ускорению научно-технического прогресса в обоих государствах. Соглашение предусматривало запуск французских спутников советскими ракетами-носителями, установку приборов, разработанных во Франции, на советские космические аппараты, а также осуществление совместных проектов для нужд метеорологии, связи, физики... Сотрудничество ознаменовано выполнением десятков экспериментов

практически во всех наиболее важных сферах космических исследований. В совместных работах использовались межпланетные и орбитальные станции, спутники, высотные ракеты и аэростаты.

Успешные исследования по намеченной программе, установившиеся взаимопонимание и деловые контакты позволили перейти к очередной фазе исследования космоса — совместному пилотируемому космическому полету. Договоренность об этом была достигнута в ходе состоявшейся в апреле 1979 года встречи Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР товарища Л. И. Брежнева и президента Французской республики В. Жискара д'Эстэна. В соответствии с этим соглашением были созданы двухсторонние рабочие группы для детальной разработки программы научных экспериментов и исследований, определения состава научной аппаратуры и ее соответствия требованиям совместного космического полета.

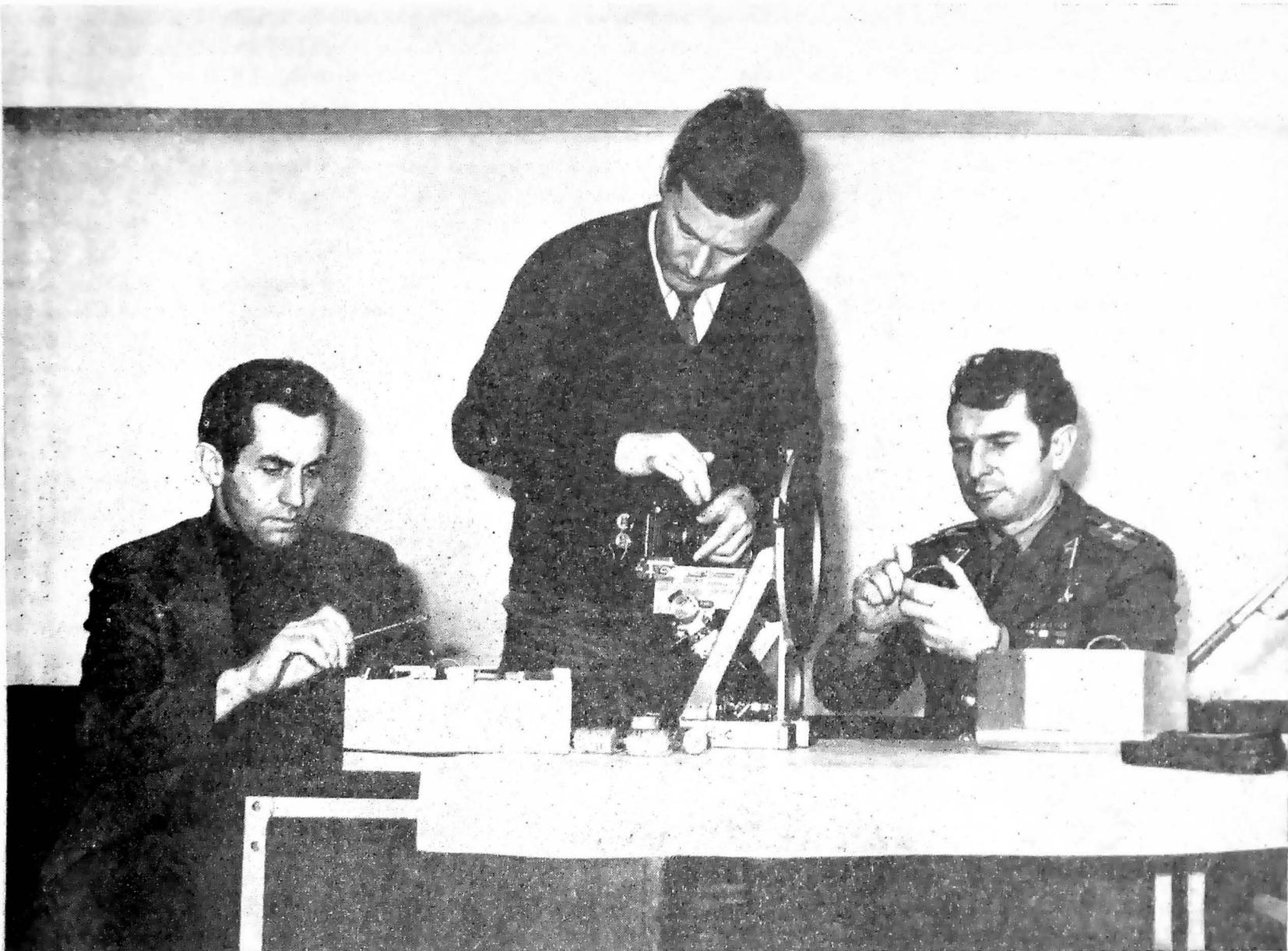
Одновременно с разработкой программы совместного полета и созданием экспериментального оборудования во Франции начался отбор кандидатов для участия в космическом полете. С конца октября и до 15 ноября 1979 года было подано около 260 заявлений. Из этой группы для всестороннего медицинского обследования отобрали 6 человек, которые проходили комиссию и одновременно изучали русский язык. Из них выбрали двух космонавтов — военных летчиков-испытателей. Подполковник ВВС **Жан-Лу Кретьен**, 1938 года рождения, кавалер ордена

Почетного легиона. В 1962 году закончил военно-воздушную школу, а в 1970 году — школу летчиков-испытателей. К тому моменту, когда его утвердили кандидатом в космонавты, он провел в воздухе более 5000 часов. Майор ВВС **Патрик Бодри** родился в 1946 году. Военно-воздушную школу окончил в 1970 году, а в 1978 году — школу летчиков-испытателей, П. Бодри налетал 3000 часов.

До прибытия в Звездный городок 8 сентября 1980 года французские космонавты продолжали усиленно (10 часов в неделю) изучать русский язык, обращая особое внимание на техническую и космическую терминологию. До середины 1981 года в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина они проходили курс общекосмической подготовки и продолжали совершенствоваться в русском языке. Космонавты из Франции получили необходимые знания по теоретическим основам космонавтики, занимались общефизической и медико-биологической подготовкой.

Осенью 1981 года начался этап лётно-космической подготовки космонавтов — изучение транспортного корабля, станции, научной аппаратуры и тренировки в составе экипажей (Земля и Вселенная, 1978, № 2, с. 5—10.— Ред.). Французские космонавты готовились к полету и во Франции.

19 октября 1981 года руководитель подготовки советских космонавтов дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР генерал-лейтенант авиации В. А. Шаталов представил французским и советским журналистам экипажи, отобранные для предстоящего совместного полета.



*Первоначально объявленный состав советско-французского экипажа во время тренировочных занятий.  
Слева направо: А. С. Иванченков, Жан-Лу Кретъен, Ю. В. Малышев*

Первый экипаж: Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР **Юрий Васильевич Малышев** — командир экипажа; Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР **Александр Сергеевич Иванченков** — бортинженер; **Жан-Лу Кретъен** — космонавт-исследователь.

*Одновременно к полету готовился еще один советско-французский экипаж.*

*Слева направо: П. Бодри, Л. Д. Кизим, В. А. Соловьев*



Второй экипаж: Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР **Леонид Денисович Кизим** — командир экипажа; **Владимир Алексеевич Соловьев** — бортинженер; **Патрик Бодри** — космонавт-исследователь.

В ходе подготовки произошли некоторые изменения в составе экипажей. Заболевшего Ю. В. Малышева врачи решили заменить В. А. Джанибековым — дважды Героем Советского Союза, летчиком-космонавтом СССР.

В результате встреч рабочих групп обеих стран, проводившихся в Москве и Париже, Тулузе и Баку, была определена программа совместного пилотируемого космического полета на борту советской долговременной орбитальной станции «Салют». В нее вошли астрономические и геофизические эксперименты, исследования по космической технологии и мате-

риаловедению, медицине и биологии.

К первой группе относятся эксперименты в области рентгеновской, гамма-, оптической астрономии и физики верхних слоев атмосферы.

**Рентгеновская и гамма-астрономия.** Начало совместным советско-французским экспериментам в этой области положил эксперимент, проводившийся в 1972 году с помощью прибора «Снег-1», установленного на спутнике «Прогноз-2». Этот прибор предназначался для регистрации нейтронов в области энергий 0,98—16 МэВ и гамма-квантов в области энергий 0,35—11,8 МэВ. Если первый советско-французский эксперимент

*Фотографическая камера ПСН, предназначенная для изучения ночного неба*

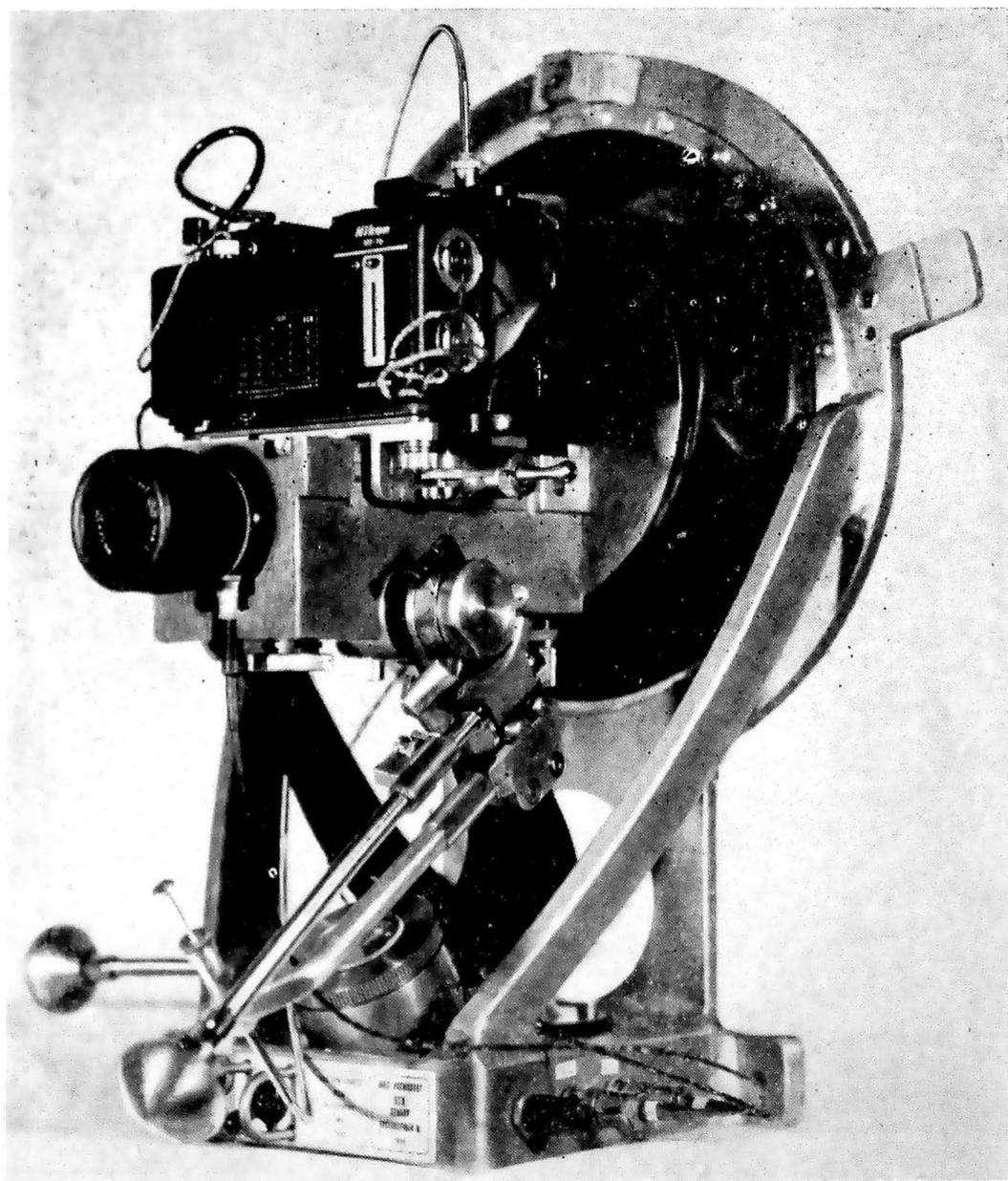
по гамма- и рентгеновской астрономии «посвящался» Солнцу, то задачей следующих было обнаружение и локализация дискретных космических источников гамма-излучения (Земля и Вселенная, 1978, № 3, с. 44—47.— Ред.).

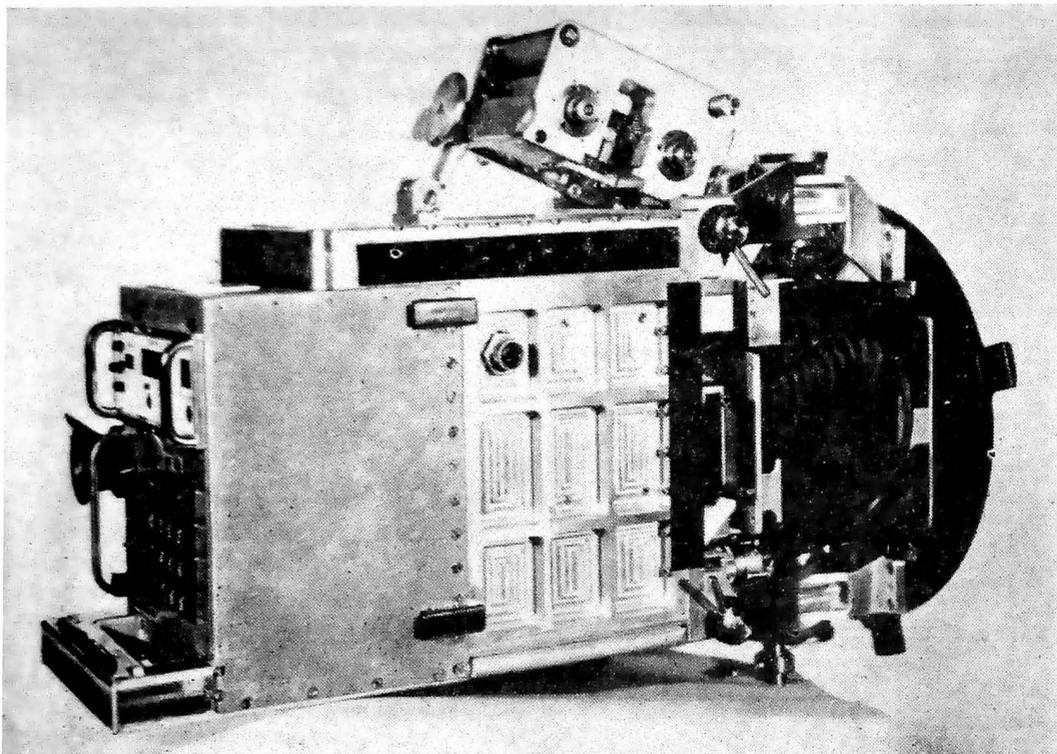
Программа советско-французского пилотируемого полета предусматривает изучение спектров галактических и внегалактических источников рентгеновского излучения в диапазоне энергий 2—800 кэВ со спектральным разрешением 10%. Для этих целей предназначена аппаратура «Сирень», разработанная Центром исследования космического излучения в Тулузе и Институтом космических исследований АН СССР в Москве.

Чтобы улучшить разрешение гамма-телескопов (используя коллиматор с решеткой), запланирован эксперимент «Коллиматор». Французская сторона поставляет коллимационное устройство; советская — гамма-телескоп «Елена-Ф».

**Астрономия и физика верхних слоев атмосферы.** Для выполнения астрономических и геофизических исследований на станции «Салют» будет использована научная аппаратура, разработанная и изготовленная специалистами Франции. Это фотографические камеры (ПИРАМИГ) и (ПСН). ПИРАМИГ — фотокамера высокой чувствительности с электронно-оптическим преобразователем, которая работает в ближней инфракрасной области спектра. Камера предназначена для изучения галактических объектов, межпланетного пространства, верхних слоев атмосферы и других объектов, имеющих слабое свечение. Название происходит от первых букв французских слов Proche InfraRouge Atmosphere, Milieu Interplanetaire et Galaxies — ближняя инфракрасная область атмосферы, межпланетная среда и Галактика. Эксперимент подготовлен лабораторией космической астрономии КНЕС в Марселе.

ПСН — Photographie du Ciel Nocturne — фотография ночного неба. Эта фотокамера, снаряжаемая высокочувствительной цветной и черно-белой пленкой, регистрирует слабое свечение ночного неба, пылевые



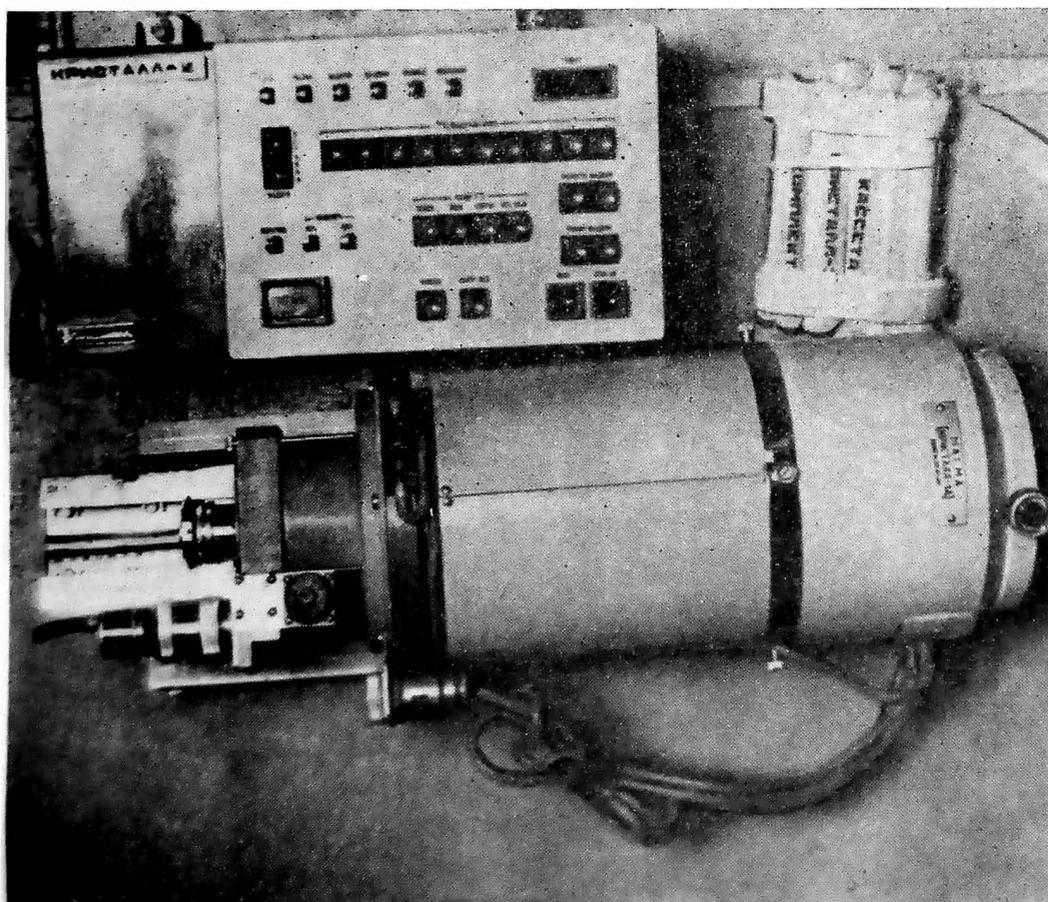


*Высококачественная фотокамера «ПИРАМИГ» для работы в ближней инфракрасной области спектра*

*«Магма» — аппаратура для проведения исследований в области космической технологии*

облака в межпланетной среде, излучение верхних слоев атмосферы Земли. Эксперимент разработан Институтом астрофизики в Париже.

Оба эксперимента должны проводиться во время пребывания станции на теневой стороне орбиты.



**Космическая технология и материаловедение.** В марте 1979 года на борту орбитальной станции «Салют-6» космонавты В. А. Ляхов и В. В. Рюмин приступили к советско-французскому эксперименту по космическому материаловедению «Эльма». По предложению французской стороны на советских установках «Кристалл» и «Сплав» изучали, можно ли получить новые материалы в условиях микрогравитации. Положительные результаты проведенных исследований позволили разработать новую серию экспериментов в области космической технологии и материаловедения, которые предстоит выполнить во время совместного полета.

**«Калибровка»** — исследование и регистрация температурных изменений в технологической печи «Магма» и внутри контейнеров в процессе нагрева, выдержки при заданной температуре и охлаждения. Цель эксперимента — набор данных для математического моделирования термических процессов, происходящих в условиях микрогравитации. Регистрирующее устройство, блок электроники и тестовые контейнеры с термопарами изготавливаются французской стороной. Они будут использованы также при калибровке советской технологической печи «Кристалл». Эксперимент подготовлен Центром ядерных исследований в Гренобле.

**«Диффузия»** — изучение влияния микроконвекции на явление переноса в жидкой металлической фазе в непосредственной близости от пограничного слоя «твердое тело — жидкость». Задача эксперимента — определить значение коэффициентов взаимодиффузии компонентов в объеме расплава, на его поверхности и на границе раздела «жидкость — твердое тело». Создатели эксперимента — ученые Гренобльского университета.

**«Ликвация» (Эльма-2)** — изучение роли капиллярных сил в преобразовании структуры диспергированных (рассеянных) жидкостей. Эксперимент будет считаться выполненным, если удастся наблюдать сплавление компонентов, поддерживать сплав в заданном температурном диапазоне и

управлять кристаллизацией сплавов при различных скоростях. Эксперимент разработан Центром ядерных исследований в Гренобле.

Во время экспериментов «Диффузия» и «Ликвация» будут измеряться уровни остаточных ускорений, воздействующих на контейнер, с помощью акселерометра, изготовленного специалистами Франции. Результаты зафиксирует магнитный регистратор.

По окончании программы технологических экспериментов контейнеры с исследуемыми материалами будут возвращены на Землю. Это важно не только для определения характеристик материалов всеми доступными методами, но и для моделирования технологических процессов на основе полученных в космосе данных.

**Медико-биологические эксперименты.** Цель эксперимента «Эхография» — проведение ультразвукового исследования сердца, кровеносных сосудов и внутренних органов для изучения особенностей состояния человека в условиях космического полета.

«Биоблок-3» — это продолжение серии экспериментов по программе «Биоблок», которые проводились во время полетов биологических искусственных спутников Земли серии «Космос». В этих экспериментах исследуется биологическое воздействие на организм тяжелых ядер галактического космического излучения. Результаты опытов помогут уточнить критерии «радиационного риска» при космических полетах.

В эксперименте «Цитос-2» космонавты продолжают изучение кинетики размножения простейших организмов в условиях космического полета, исследуют механизм устойчивости микроорганизмов к антибиотикам. С этой целью французская сторона разработала оригинальную аппаратуру для инкубации простейших организмов.

Цель эксперимента «Поза» — выяснить, как перестраивается взаимодействие сенсорных систем в условиях невесомости.

Материалы и оборудование, разработанные и подготовленные французской стороной, доставит на борт

орбитальной станции грузовой корабль.

В конце 1981 года космические экипажи начали изучать состав, основные технические характеристики и устройство научной аппаратуры, которая будет использоваться в совместном полете. Прошли занятия на макетах этой аппаратуры в специализированных классах. Космонавты

проявляют огромный интерес к научным экспериментам, подготовленным французскими и советскими учеными, подсказывают, как улучшить конструкцию, сделать более удобной работу с аппаратурой, что в конечном счете приведет к успешному выполнению совместной научной программы.



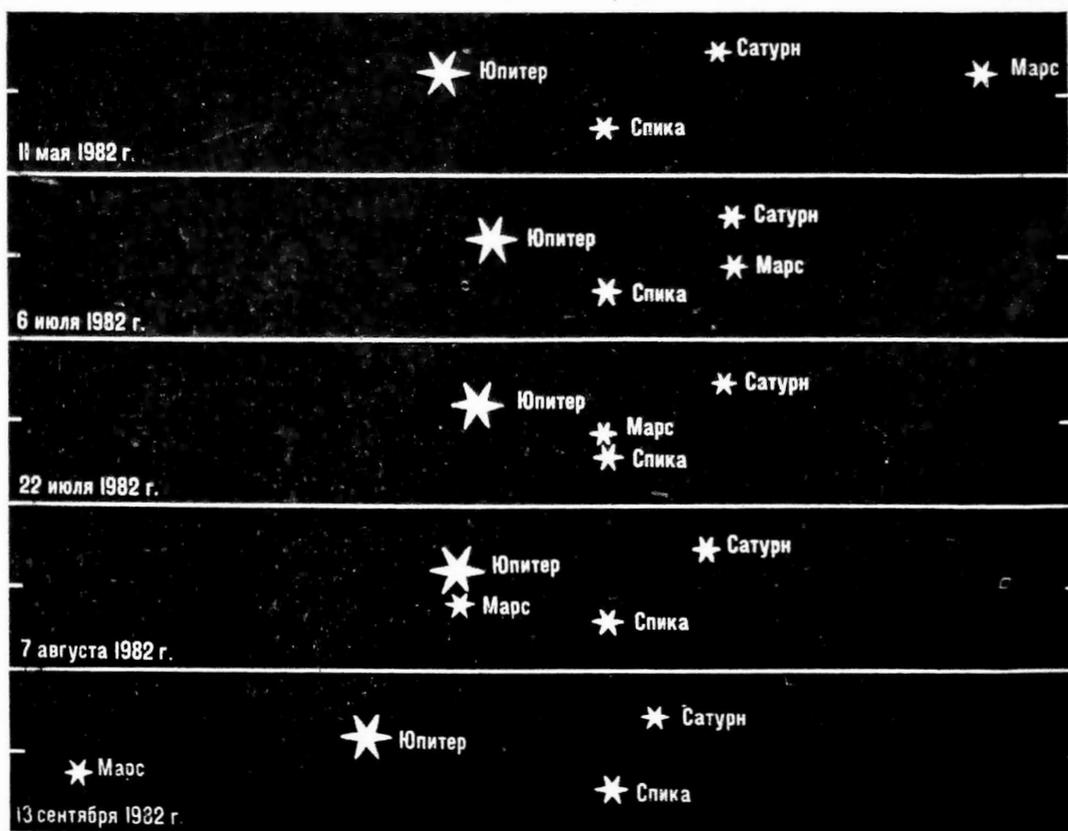
### ЯРКИЕ ПЛАНЕТЫ ВБЛИЗИ СПИКИ

В 1982 году три планеты — Марс, Юпитер и Сатурн — «вычертят» свои петли вблизи Спика ( $\alpha$  Девы). 11 мая 1982 года Марс виден в  $23^\circ$  западнее Спика. 13 мая планета заканчивает попятное и возобновляет прямое движение. Она начинает приближаться к Спике. 6 июля Марс пройдет в  $2,9^\circ$  южнее Сатурна. Вечером, в сумерки, эту компактную

пару можно будет отыскать на юго-западе, в  $15^\circ$  западнее Юпитера. На протяжении месяца угловое расстояние между тремя яркими планетами очень мало меняется, 22 июля Марс пройдет в  $1,4^\circ$  севернее Спика, а 7 августа — в  $2^\circ$  южнее Юпитера. 13 сентября планеты уже не располагаются компактной группой. Марс быстро удаляется от Спика в восточном направлении. Сатурн и Спика будут видны при заходе Солнца над западно-юго-западной частью горизонта.

Sky and Telescope, 1981, 62, 6.

*Расположение ярких планет вблизи Спика с мая по сентябрь 1982 года. Полоски, соответствующие определенным дням, имеют высоту  $10^\circ$  и ширину  $65^\circ$  (небесные долготы  $175-240^\circ$ ). Риски на боковых сторонах рисунка указывают положение эклиптики*





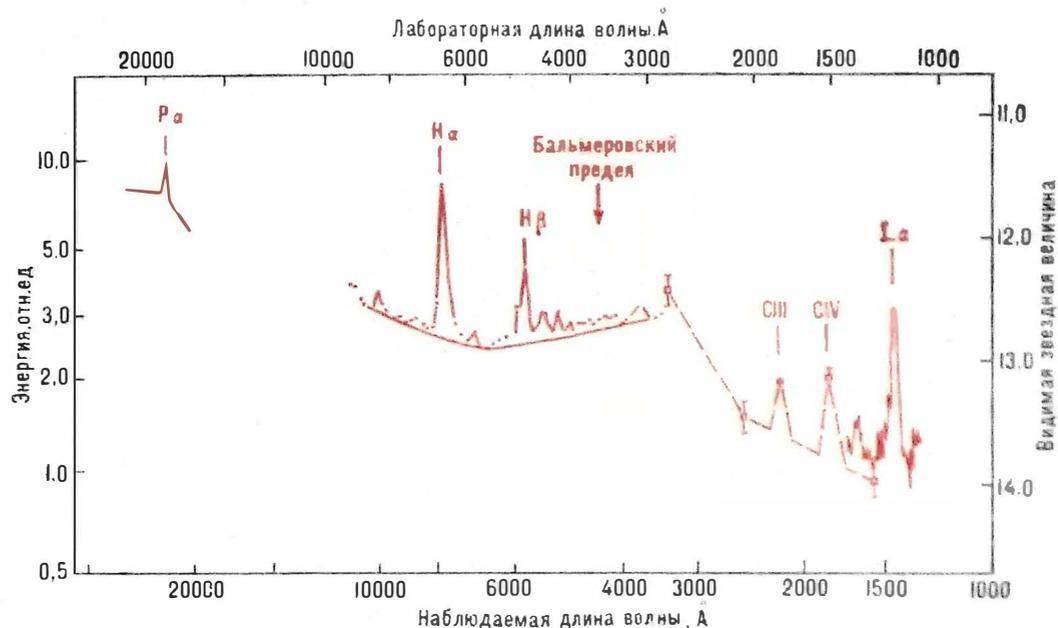
Член-корреспондент АН СССР  
И. С. ШКЛОВСКИЙ

## Проблемы метagalактической астрономии

### КВАЗАРЫ

В 1963 году голландский астроном М. Шмидт, работающий в США, сделал одно из важнейших открытий в астрономии XX века. Это открытие имеет свою предысторию. Около 1960 года небольшое количество радиоисточников надежно отождествили со звездами, что оказалось полной неожиданностью. Ведь до тех пор космические радиоисточники отождествлялись либо с галактиками, либо с туманностями, образовавшимися при вспышках сверхновых звезд (Земля и Вселенная, 1981, № 4, с. 15—21; № 5, с. 32—37.—Ред.). Ожидаемые потоки радиоизлучения даже от самых близких звезд должны быть крайне незначительны, между тем отождествленные со звездами радиоисточники были достаточно интенсивны. Вполне естественно, что астрономы сразу же заинтересовались этими звездами.

Шмидт получил и исследовал спектр звезды 13-й величины, координаты которой совпадали с координатами интенсивного радиоисточника 3С 273. Этот спектр содержал линии излучения, которые поначалу ни с какими лабораторными линиями отождествить не удалось. Велико же было изумление астрономов, когда Шмидт с полной достоверностью отождествил эти линии с основными линиями водорода серии Бальмера, длины волн которых смещены в красную сторону на неслыханную в те времена величину, соответствующую скорости удаления источника 42 000 км/с! Такая скорость удаления



*Спектр квазара 3С 273 от ближайшего инфракрасного до ультрафиолетового диапазона*

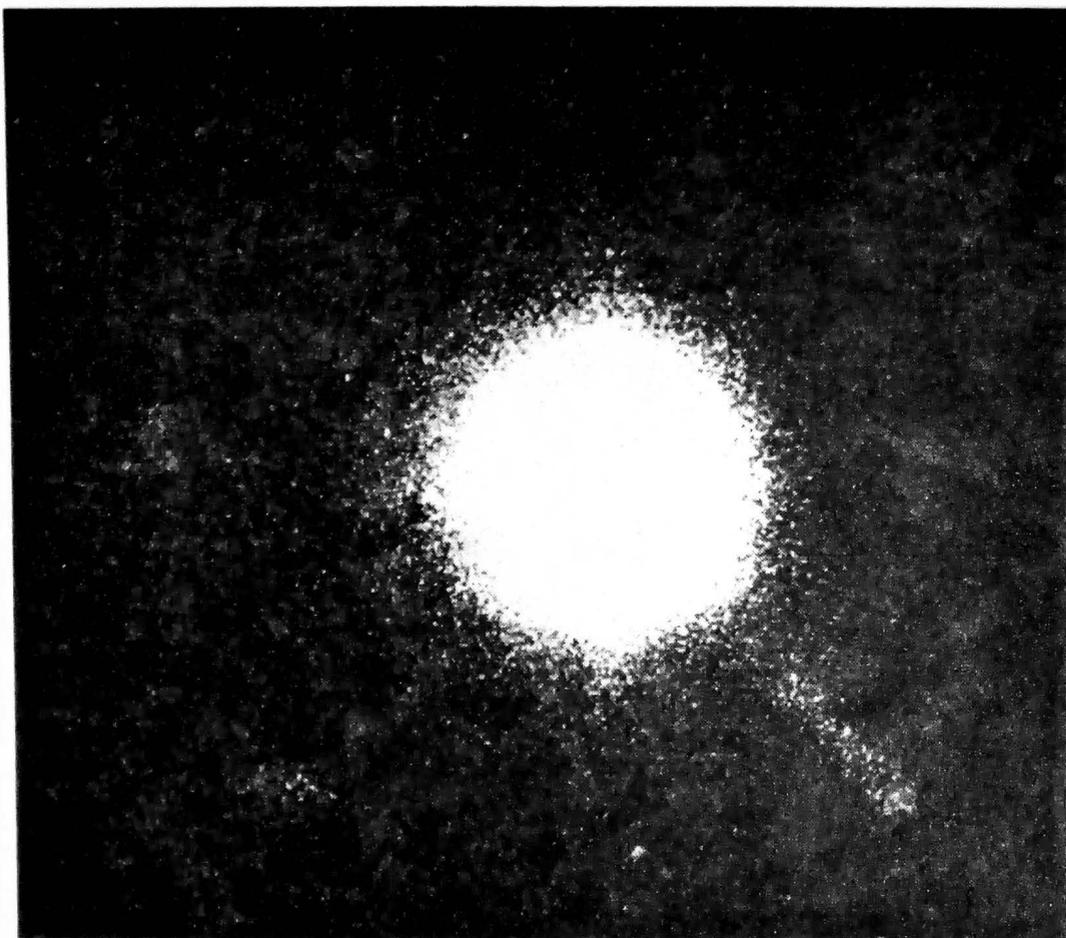
с большой вероятностью означает, что объект 3С 273 находится в Метагалактике, а наблюдаемое красное смещение спектральных линий обусловлено расширением Вселенной. Применяя закон Хаббла, получим расстояние до этого источника около 600 Мпк, или около 2 млрд. световых лет! С такими расстояниями астрономы тогда еще не встречались. Несмотря на громадность расстояния, объект 3С 273 довольно ярк. Отсюда следует, что светимость 3С 273 приблизительно в 100 раз превышает светимость нашей Галактики, считающейся гигантской звездной системой.

Следует заметить: удивительные свойства 3С 273 были открыты только благодаря тому, что он оказался ра-

диоисточником. На небе много тысяч звезд 13-й величины, и среди них — 3С 273, неоднократно попадавший в поле зрения оптических телескопов, но долгие годы решительно ничем не привлекавший к себе внимания. Радиоастрономия, причем далеко не в последний раз, сыграла роль «гида», обратившего внимание на необычность оптического объекта.

Сразу же после выяснения внегалактической природы 3С 273 автор этой статьи пришел к парадоксальному выводу, что блеск радиоисточника может меняться со временем. Советские астрономы А. С. Шаров и Ю. Н. Ефремов тщательно исследовали старые фотографии неба, на которые случайно попадал этот объект. Подобные фотографии хранятся в «стеклянной библиотеке» Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга. Результаты превзошли самые смелые ожидания: блеск 3С 273 изменился за несколько

Окончание. Начало в № 2, 1982.



Фотография квазара 3C 273, полученная А. Сендиджем на 5-метровом телескопе. От квазара тянется слабый выброс

лет почти на целую звездную величину (примерно в 2 раза)! Вскоре открытие советских ученых было подтверждено в США.

Открытие переменности 3C 273 действительно было парадоксальным. До этого времени переменность астрономы обнаруживали и изучали у звезд разных типов. Но ведь, казалось, 3C 273 — это галактика, состоящая из триллионов звезд, каждая из которых, конечно, должна излучать независимо. О переменности «сглаженного» и усредненного по времени излучения такого огромного количества звезд не могло быть и речи! И все же переменность, и притом значительная, была налицо! Поскольку характерное время изменения потока 3C 273 (и, следовательно, светимости) составляло около года, линейные размеры излучающей области не должны превышать один све-

товой год — величину, ничтожно малую для галактик. Значит, излучают не звезды, а что-то другое. В отношении «другого» можно было только сказать, что это — объект, в известной степени близкий по своей природе ядрам сейфертовских галактик, но только в тысячи раз меньше и активнее. Такие объекты получили название «квазаров» (квазизвездные объекты).

Сразу же после выяснения природы 3C 273 в астрономии начался «квазарный бум». За несколько лет границы наблюдаемой Вселенной сильно раздвинулись. Оказалось, что 3C 273 — один из самых близких к нам квазаров. Очень скоро обнаружили объекты, у которых из-за красного смещения ультрафиолетовые линии «переместились» в видимую область спектра. Следует заметить, что и в спектре 3C 273 наблюдались ультрафиолетовые линии ионизированного магния с лабораторной длиной волны 0,28 мкм, которые при отсутствии красного смещения поглощались бы слоем озона в земной атмосфере. Но это — «почти видимые» линии.

А вот когда астрономы сперва в синей, а потом и в желтой части спектра квазаров нашли «королеву астрофизики» — резонансную линию водорода серии Лаймана  $L_{\alpha}$ , лабораторная длина волны которой 0,12 мкм, оставалось только глубоко вздохнуть! Ведь это означало, что из-за красного смещения длина волны излучения увеличилась больше чем в 4 раза! В ту эпоху, когда квазар излучил кванты, улавливаемые сейчас земными телескопами, возраст нашей Вселенной был приблизительно в 10 раз меньше нынешних 15—20 млрд. лет. Тогда не существовало ни Солнца, ни Солнечной системы и, вполне возможно, не было даже Галактики.

Много удивительного обнаружено в спектрах самых далеких квазаров, у которых линия  $L_{\alpha}$  «переползает» из-за красного смещения в видимую область. Очень часто величина красного смещения, определяемая по линиям поглощения, значительно меньше, чем по линиям излучения. В ряде случаев в спектре одного квазара наблюдается несколько систем линий поглощения с разным красным смещением. Скорее всего эти линии образуются «по пути», когда свет пересекает наружные газовые слои более близких к нам галактик (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 23—27.— Ред.).

Вскоре после открытия квазаров были обнаружены оптические объекты такой же природы без признаков радиоизлучения. Они получили название **радиоспокойные квазары**. Их оказалось во много десятков раз больше, чем обычных квазаров.

Радиоструктура квазаров напоминает структуру радиогалактик. Так же как и у радиогалактик, у квазаров часто наблюдаются **двойные радиоисточники**, между которыми находится компактный (иногда переменный) радиисточник, совпадающий по своим координатам со звездобразным оптическим объектом. У самых близких квазаров около звездобразного объекта обнаруживаются слабые протяженные образования. Например, от квазара 3C 273 тянется слабая струя (выброс) протяженностью около 20", что соответствует в линейной мере 100 000 световых лет. Эта струя



*Функция светимости квазаров с красным смещением меньше 1. По мере роста мощности излучения квазаров становится меньше*

помимо оптического излучения испускает радиоволны, так что квазар ЗС 273 можно рассматривать как двойной радиисточник. Аналогичные выбросы наблюдаются также и у некоторых радиогалактик.

Долгое время астрономы не знали, принадлежат ли квазары к скоплениям галактик. Это и понятно: квазары излучают в сотни раз больше «нормальных» галактик, поэтому последние, находящиеся в том же скоплении, слишком слабы, чтобы можно было получить их спектр. Между тем критерием принадлежности галактики и квазара к одному скоплению является одинаково красное смещение. Только у немногих, сравнительно близких квазаров удалось обнаружить скопления галактик, в которые они входят.

Сейчас занесено в каталоги свыше полутора тысяч квазаров, что и позволяет выполнить их статистический анализ. Прежде всего удалось построить **функцию светимости квазаров**, то есть их распределение по мощности излучения. Из анализа функции светимости следует, что относительное количество квазаров убывает по мере роста мощности их излучения. Важнейшим результатом статистических исследований стал вывод о том, что на ранних этапах эволюции Вселенной квазаров насчитывалось гораздо больше, чем сейчас. В ту отдаленную эпоху их было почти столько же, сколько и «нормальных» га-

лактик. Нельзя исключить гипотезу, что ядра всех гигантских галактик были квазарами! Для подтверждения этого важного вывода нужны новые наблюдения.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что, начиная с красного смещения 2,5, количество квазаров резко падает. Чем больше красное смещение, тем большее время путешествуют кванты, прежде чем оставят слабое пятнышко на фотографических пластинках. Возможно, что на столь ранних стадиях эволюции Вселенной ни квазаров, ни галактик просто не было. Затем началось их образование путем конденсации газа. Такой вывод, конечно, имел бы очень большое значение для проблемы эволюции Вселенной, так как позволил бы уточнить эпоху формирования галактик, а следовательно, и звезд. Но, чтобы его подтвердить, необходимы новые высококачественные наблюдения.

Мы уже говорили о переменности оптического излучения квазара ЗС 273. Крайним проявлением такой переменности следует считать «вспышку» квазара ЗС 279. Сейчас он наблюдается как слегка переменная звездочка 18-й величины. Однако на астрономических фотографиях довоенного времени (задолго до открытия квазаров) этот объект имел почти 13-ю величину! Следовательно, тогда он был ярче в сотню раз! Зная по красному смещению расстояние до ЗС 279, можно найти, что во время «вспышки» его светимость почти в сотню раз превосходила светимость ЗС 273 и в десять тысяч раз — светимость нашей Галактики! И при этом размеры излучающей области квазара ничтожно малы — меньше светового года. В настоящее время квазар ЗС 279 считается самым мощным «маяком» Вселенной. Мы видим, что разброс значений светимостей метагалактических объектов чрезвычайно велик — почти такой же, как у звезд!

Большое значение для понимания природы квазаров имеют исследования переменности их радиоизлучения, особенно в сантиметровом диапазоне. Саму переменность автор статьи предсказал еще в 1965 году,

за несколько месяцев до ее открытия. При этом было показано, что моменты максимума потока излучения меняются закономерным образом с изменением длины волны. Меняется и характер радиоспектра квазара. На основании теории синхротронного излучения можно по известной частоте, на которую приходится максимум радиоизлучения, и величине максимального потока определить угловые размеры источников радиоизлучения. Они порядка тысячных долей секунды дуги. Зная (из величины красного смещения) расстояния до квазаров, можно теперь найти линейные размеры связанных с ними компактных радиоисточников. Линейные размеры этих радиоисточников оказываются меньше одного светового года в согласии с оценками, полученными из анализа переменности потока радиоизлучения квазаров.

До сих пор мы говорили только о радио- и оптическом излучении квазаров и радиогалактик. Между тем в последнее десятилетие все большее значение приобретает исследование рентгеновского излучения этих метагалактических объектов. Еще в 1971 году первый специализированный рентгеновский спутник «Ухуру» зарегистрировал рентгеновское излучение от радиогалактики NGC 4486, а затем и от яркой сейфертовской галактики NGC 4151. Не подлежит сомнению, что в рентгеновском диапазоне излучает активное ядро этой галактики. Вскоре слабый поток рентгеновского излучения был обнаружен и от квазара ЗС 273, и от радиогалактики Лебедь А.

Новый этап в изучении внегалактических рентгеновских источников наступил в 1978 году после запуска космической орбитальной обсерватории имени Эйнштейна. Чувствительность ее приемной рентгеновской аппаратуры была в 1000 раз выше, чем на «Ухуру», при очень хорошей разрешающей способности. Благодаря этому удалось обнаружить рентгеновское излучение от большого количества квазаров и сейфертовских галактик, а также от скоплений галактик.

Практически все квазары — источ-

ники рентгеновского излучения, мощность которого меняется в широких диапазонах: от сотых долей излучения нашей Галактики во всем спектральном диапазоне (около  $10^{44}$  эрг/с) до значений, в тысячу раз превосходящих полную мощность Галактики. Как правило, рентгеновское излучение квазаров переменное. Оно возникает, подобно радиоизлучению, в небольшой области. Наличие мощного рентгеновского излучения от квазаров и активных ядер галактик указывает на происходящие там грандиозные процессы, связанные с нагревом газа до сотен миллионов градусов. По-видимому, часть рентгеновского излучения обусловлена не горячей плазмой, а релятивистскими электронами, взаимодействующими с полем излучения большой плотности (явление Комптона). В настоящее время, комбинируя только рентгеновские и оптические наблюдения, удалось открыть ряд новых квазаров. Это наглядно демонстрирует, что по «проникающей» способности рентгеновская астрономия, может быть, даже превосходит радиоастрономию.

Наконец, в последнее время получены первые данные о гамма-излучении некоторых внегалактических объектов: квазара 3C 273, радиогалактики NGC 5128 и сейфертовской галактики NGC 4151. Исследования в этой важной области только начинаются.

#### АКТИВНОСТЬ ГАЛАКТИЧЕСКИХ ЯДЕР И КВАЗАРОВ

Открытие переменности оптического и радиоизлучения квазаров и галактических ядер имело принципиальное значение для развития наших представлений о Вселенной. Если до этого галактики рассматривались только как коллектив звезд, связанных силой всемирного тяготения, то теперь стало очевидным, что их природа сложнее и «богаче». Постепенно астрономы и физики освоились с мыслью, что в центральных областях галактик (точнее, в окрестностях их ядер) происходят процессы, в ходе которых выделяется огромная энергия. Эти процессы порождены ка-

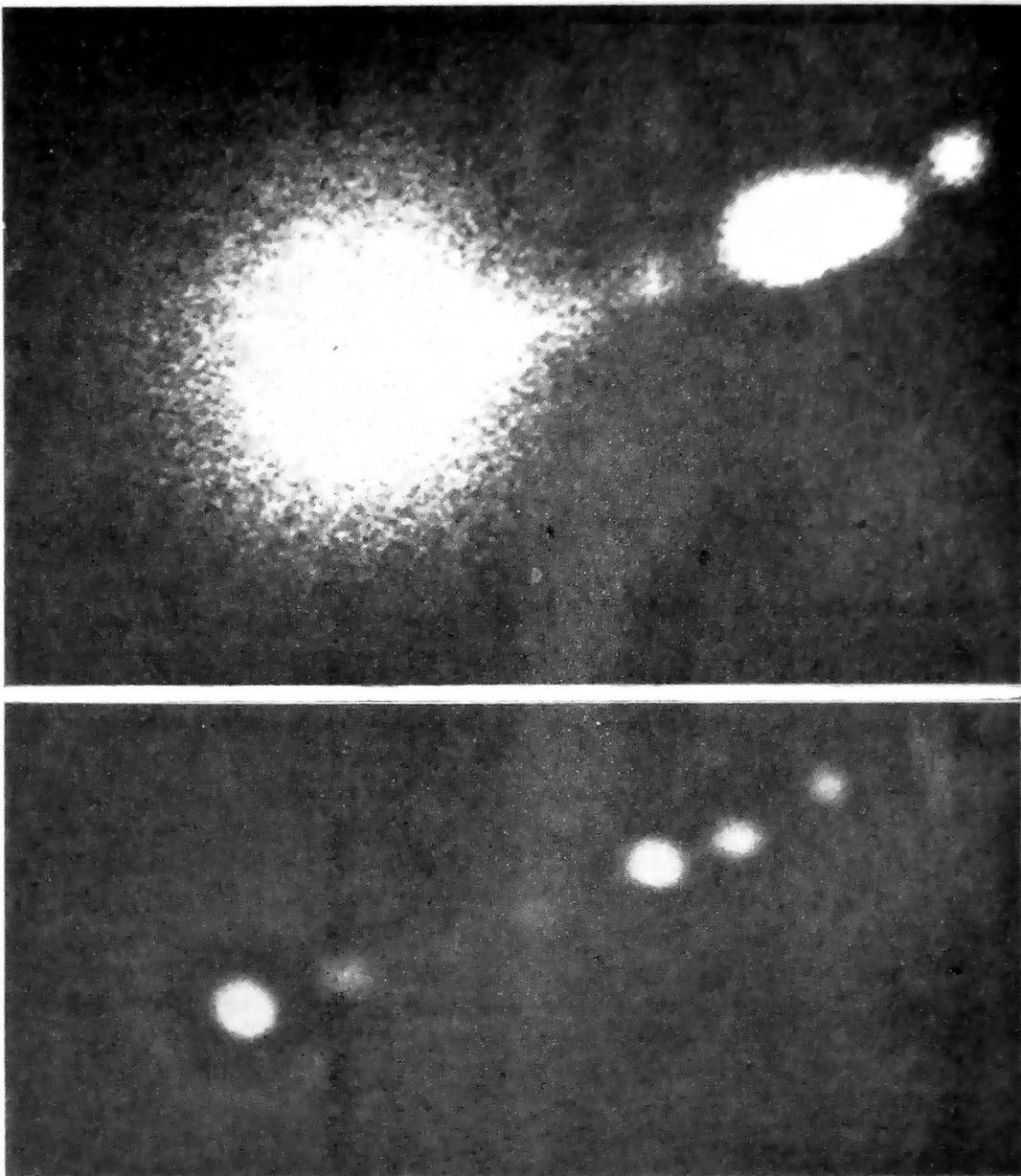
кими-то особенностями (сингулярностями) в ядрах галактик. Выяснение природы этих сингулярностей — одна из важнейших, пока еще окончательно не решенных проблем астрономии.

Как эволюционировали наши взгляды на природу этих сингулярностей?

В 1955 году автор статьи дал объяснение явлению, известному еще с 1918 года, но десятилетия не привлекавшему к себе внимания. В гигантской эллиптической галактике NGC 4486, которая в истории исследования метагалактических объектов сыграла такую же роль, как Крабовидная туманность в исследовании галактических объектов, наблюдается яркий «выброс», состоящий из нескольких вытянутых в одну линию

*Вверху — фотография галактики NGC 4486 с ярким выбросом, полученная Х. Арпом на 5-метровом телескопе. Внизу — тот же выброс после обработки фотографии на ЭВМ распался на несколько небольших конденсаций*

конденсаций — «узлов». Протяженность выброса —  $20''$ , что в проекции на плоскость, перпендикулярную лучу зрения, соответствует примерно 5000 световых лет. Мною было высказано предположение, что яркое оптическое излучение «выброса» обусловлено не звездами или туманностями (как молчаливо принималось тогда всеми специалистами), а релятивистскими электронами, движущи-



мися в магнитных полях. Другими словами, оптическое излучение «выброса» имеет синхротронную природу. Если предложенный механизм оптического излучения «выброса» справедлив, оно должно быть линейно поляризовано, что и было предсказано мною. Через год предсказания теории полностью подтвердили наблюдения, выполненные в США на 5-метровом рефлекторе. Но это означает, что из ядра NGC 4486 выбрасывается некоторая субстанция, в конечном итоге являющаяся причиной наблюдаемого синхротронного излучения. Следовательно, в ядре галактики происходят какие-то процессы, которые сопровождаются большим выделением энергии.

В 1958 году В. А. Амбарцумян на очередном Сольвеевском конгрессе сформулировал общее положение об активности галактических ядер, не конкретизируя механизма этой активности. Открытие переменности оптического и радиоизлучения квазаров и ядер галактик подвело прочную основу под явление их активности.

Квазары почти наверняка представляют собой «гипертрофированно-активные» ядра массивных эллиптических галактик. Справедливость этого важнейшего для всей проблемы утверждения основывается прежде всего на недавнем открытии у нескольких десятков ближайших квазаров звездного компонента галактик, в который они «погружены». Для далеких квазаров (и для не очень далекого 3С 273) трудно выделить соответствующую галактику, так как свет от квазара (его мощность излучения в сотню раз превосходит мощность излучения всех звезд галактики) «забивает» излучение последних. «Ядерно-галактическая» природа квазаров подтверждается также большим сходством крупномасштабной структуры радиогалактик и квазаров, о чем уже шла речь.

Для исследования тонкой пространственной структуры ядер радиогалактик и квазаров решающее значение имеет метод радиоинтерферометрии на не связанных кабелем антеннах, разнесенных на огромные, зачастую межконтинентальные рас-

стояния (Земля и Вселенная, 1978, № 1, с. 4—11.—Ред.). Этот метод был предложен еще в 1963 году советскими радиоастрономами и спустя несколько лет реализован американцами. Разрешающая способность радиоинтерферометра определяется отношением длины волны принимаемого излучения к расстоянию между антеннами. Она легко может достигать одной тысячной секунды, в сотни раз превосходя разрешающую способность оптических телескопов. Однако интерпретация данных наблюдений не всегда бывает однозначной.

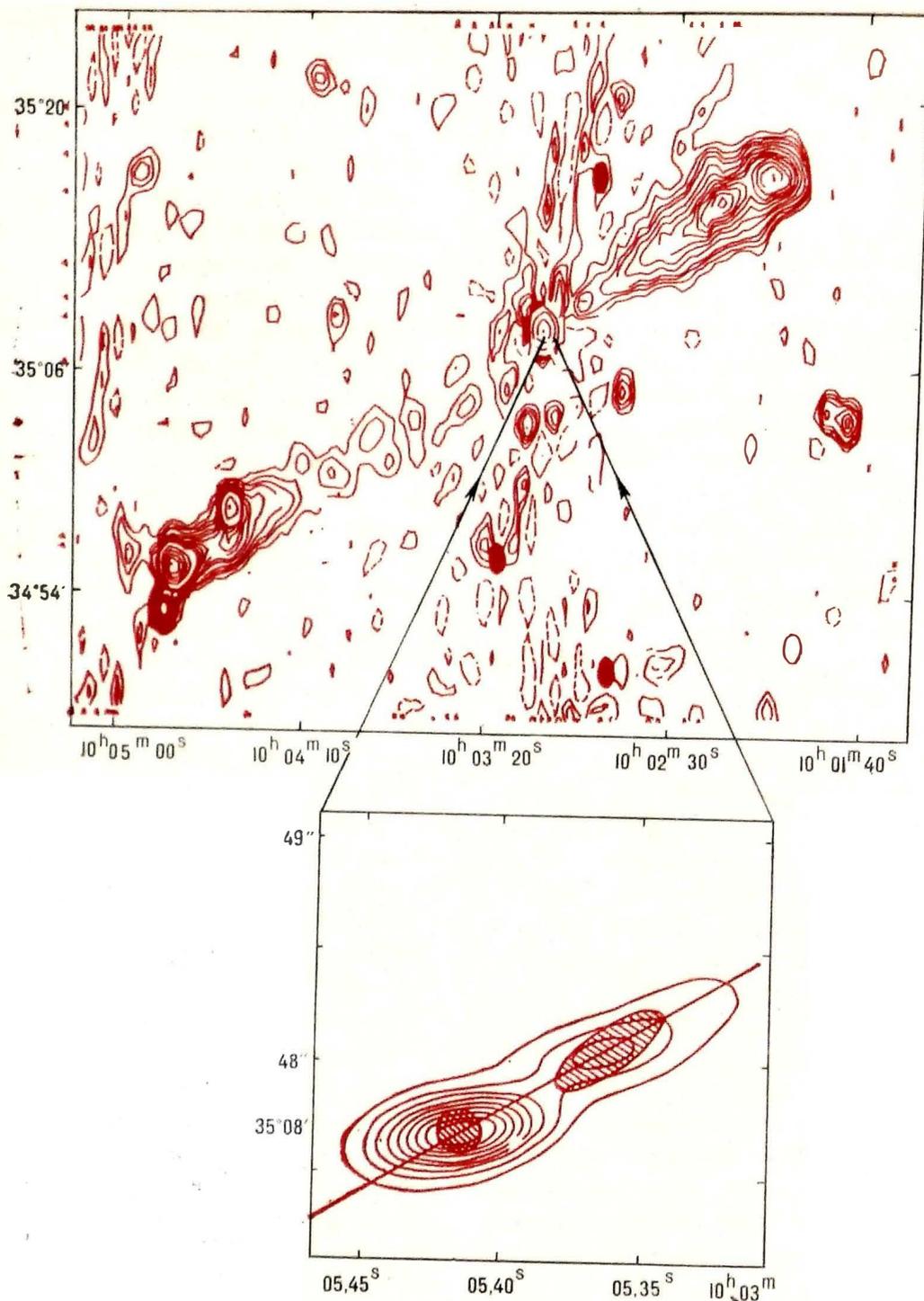
С помощью этой методики удалось обнаружить переменность радиоструктуры самых внутренних областей квазаров и радиогалактик. Эта структура, как правило, содержит вытянутые вдоль некоторой линии детали, причем направление вытянутости обычно почти совпадает с осью крупномасштабных структурных деталей (например, прямой, соединяющей протяженные компоненты двойного источника).

Такое совпадение невольно поражает воображение. На радиокarte двойного источника 3С 236 хорошо видна крупномасштабная структура. Расстояние между краями протяженных компонентов равно почти  $1^\circ$ , что соответствует линейному расстоянию 2,3 Мпк. Это размеры хорошего скопления галактик! На радиокarte 3С 236 мелкомасштабные структурные детали имеют то же преимущественное направление вытянутости, что и крупномасштабные, вплоть до ядра источника, линейные размеры которого порядка долей парсека. Другими словами, размеры структур, показывающих практически одинаковую вытянутость, относятся как  $10^8 : 1$ ! Проще всего это можно понять, полагая, что радиоизлучающая субстанция выбрасывается из ядра в двух диаметрально противоположных направлениях вдоль некоторой фиксированной в пространстве оси, которую естественно связать с осью вращения ядра.

Особый интерес представляют узкие, очень длинные «выбросы», более или менее аналогичные выбросу из NGC 4486. В отдельных случаях эти

выбросы обладают гигантской протяженностью, превышающей мегапарсек. Почему вещество в таком образовании на протяжении многих миллионов лет почти не «расползается»? Что его сдерживает? Чтобы понять природу «выбросов», необходимо обратить внимание на межгалактическую среду, через которую они проходят. Надо представить, что через эту среду движутся со сверхзвуковой скоростью сгустки намагниченной плазмы, выброшенные каким-то образом из области ядра галактики в направлении его оси вращения. Под влиянием внутреннего давления сгустки расширяются до тех пор, пока внешнее «динамическое» давление (равное половине произведения плотности окружающей сгусток среды на квадрат его скорости) не уравновесит внутреннее давление, после чего сгусток уже не будет расширяться. Внутреннее давление складывается из обыкновенного газового давления, пропорционального температуре и плотности сгустка, давления магнитного поля и космических лучей. Последние две составляющие могут играть основную роль. Когда сгустки затормозятся внешней средой, они начнут расширяться, постепенно растворяясь в этой среде. Набросанная сейчас картина, конечно, очень груба и может служить только сценарием сложных физических процессов, связанных с распространением в метагалактической среде радиоизлучающего агента, по неясным еще причинам и непонятно как выбрасываемого из активного ядра.

Что же можно в настоящее время сказать о межгалактической среде? Еще недавно это была «Terra Incognita». Однако в последние годы положение коренным образом изменилось. Мы уже упоминали об открытии рентгеновского излучения от скопления галактик. Сейчас представляется доказанным, что причиной этого излучения является межгалактический газ в скоплении, нагретый до температуры около 100 млн. градусов. Об этом убедительно говорит хотя бы обнаружение в рентгеновском спектре скопления линий 26-кратно ионизированного железа — единственного



*Радиокарта  
двойного радиои источника 3С 236.  
Внизу показана структура  
центральной области источника*

распространенного элемента, который не полностью ионизируется при такой высокой температуре. Из интенсивности рентгеновского излучения от скопления галактик следует, что концентрация межгалактической плазмы в нем около  $10^{-3} - 10^{-4}$  ионов в  $1 \text{ см}^3$ . Как показывают расчеты, такая концентрация вполне достаточна, чтобы удерживать выброшенные

радиогалактиками сгустки от полного расплывания. Следует, однако, заметить, что астрономы только начинают изучение межгалактического газа и предстоит еще многое сделать в этой области.

Обращает на себя внимание следующее обстоятельство. В то время как протяженные радиооблака у радиогалактик и квазаров наблюдаются по обе стороны от «материнского» оптического объекта, выбросы очень часто видны с одной стороны от ядра. Классический пример — знаменитый выброс из NGC 4486. В 1974 году автор статьи предложил

гипотезу, объясняющую односторонность этого выброса. Предполагается, что из ядра радиогалактики выбрасываются намагниченные сгустки плазмы со скоростью, довольно близкой к скорости света. Сгустки выбрасываются в двух диаметрально противоположных направлениях под небольшим углом к лучу зрения, скажем,  $15-20^\circ$ . Тогда, на основании релятивистского эффекта Доплера, поток излучения от сгустка, идущего в направлении наблюдателя, будет в сотни раз больше, чем удаляющегося сгустка. При такой ситуации удаляющийся сгусток нельзя наблюдать. Как следует из этой гипотезы, односторонность сгустков объясняется очень высокими скоростями их выброса из ядра.

Приложение этой идеи к исследованию вариаций «микроструктуры» квазаров и радиогалактик позволяет объяснить одно удивительное явление, уже давно привлекающее внимание радиоастрономов. Было замечено, что в ряде случаев (например, у квазаров 3C 345, 3C 279 и радиогалактики 3C 120) расстояние между компонентами увеличивается. Когда на межконтинентальных радиоинтерферометрах измерили угловую скорость расширения компонентов (порядка нескольких миллисекунд дуги в год!), получился неожиданный результат: линейная скорость разлета компонентов в несколько раз превышает скорость света! Попытки «ревизовать» расстояния до источников, чтобы существенно уменьшить их (тогда пропорционально уменьшились бы линейные скорости разлета), оказались несостоятельными. Вместе с тем нет никаких оснований сомневаться в справедливости специального принципа относительности. Английские радиоастрономы Шойер и Ризбес в 1978 году предложили модель выбрасывания радиоизлучающих сгустков под малым углом к лучу зрения наблюдателя и убедительно показали, что последний будет видеть кажущуюся скорость разлета, превышающую скорость света тем больше, чем больше скорость сгустков и меньше угол между вектором их скорости и лучом зрения. Это даже не эффект специальной

теории относительности, а только следствием конечности скорости распространения света. Согласно такой модели, большинство квазаров не наблюдаются как источники радиоизлучения потому, что они выбрасывают сгустки под довольно значительными углами в направлении наблюдателя. Все же это объяснение требует подтверждения путем новых прецизионных интерференционных наблюдений.

Теперь подходим к основному вопросу: какова природа тех мощных «машин», которые находятся в ядре галактик и квазаров и являются причиной их активности? Надо прямо сказать, что эта проблема внегалактической астрономии пока еще далека от окончательного решения. Но пути к нему намечены. Первопричиной всех тех удивительных явлений, которые происходят в галактических ядрах и сопровождаются грандиозным выделением энергии, должно быть весьма массивное (около  $10^8$  —  $10^{10}$  солнечных масс) компактное тело, размером не превышающее 0,1 светового года. Именно такова верхняя граница «точечного» радиоисточника, находящегося в ядре NGC 4486. На это сверхмассивное тело натекает из центральных областей галактики газ, образуя вокруг него сильно уплощенный вращающийся намагниченный массивный диск. Отдельные струи вещества падают на диск, что приводит к выделению огромного количества потенциальной энергии, идущей на нагрев диска до очень высоких температур, выбрасыванию с большой скоростью сгустков плазмы за пределы ядра и генерации огромного количества релятивистских частиц. Таким образом, первичным источником энергии квазаров и активных ядер должна быть энергия гравитационного взаимодействия центрального, компактного тела и падающей на него плазмы. Вполне возможно, что происходящие при этом явления соответствуют модели недавно открытого галактического объекта SS 433 — «звездного» остатка вспышки сверхновой (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 20—25.—Ред.). В этом случае спектроскопически наблюдаются выбросы с ог-

ромной скоростью (0,27 скорости света) сгустков плазмы в диаметрально противоположных направлениях по обе стороны от уплощенного газового диска, образующегося вокруг компактного объекта, скорее всего, нейтронной звезды.

Какова же природа сверхмассивных объектов, формирующихся в ядрах гигантских эллиптических галактик? Большинство исследователей считают, что такими объектами должны быть **сверхмассивные черные дыры**, возникающие в центральных областях галактик в процессе эволюции. Впервые такую идею высказали еще в 1964 году Я. Б. Зельдович и И. Д. Новиков. В настоящее время этой проблеме посвящено большое количество работ, к сожалению, как правило, — чисто теоретических. Черные дыры большой массы в ядрах галактик, где звездная плотность подчас в миллиарды раз превосходит звездную плотность в окрестностях Солнца, могут образовываться разными способами. Например, появляющиеся в результате эволюции весьма массивных звезд черные дыры с массой в несколько десятков солнечных, способны, непрерывно «заглатывая» окружающее вещество, постепенно увеличить свою массу до «нужных» значений. Можно также представить столкновения между черными дырами, ведущие к образованию черных дыр большой массы. При огромной звездной плотности такие столкновения должны происходить достаточно часто.

Сверхмассивная черная дыра сама по себе не в состоянии быть источником энергии. Для «выработки» энергии ее нужно «питать», а питать черную дыру может только вещество, падающее на нее. Такой процесс в астрофизике называется «аккрецией». Откуда же берется «пища» для «кормления дракона», то бишь черной дыры? Свыше десяти лет тому назад автор этой статьи выдвинул идею, что таким источником может быть только газ, который звезды теряют в процессе эволюции на стадии красных гигантов. В гигантских эллиптических галактиках, обычно очень медленно вращающихся вокруг своих осей, создаются осо-

бенно благоприятные условия для притока в центральные области галактики выброшенного из звезд газа.

На заре развития радиоастрономии американские астрономы В. Бааде и Р. Минковский выдвинули гипотезу сталкивающихся галактик как причины образования радиогалактик. В том виде, в котором она была предложена, гипотеза оказалась не в состоянии объяснить природу радиогалактик. В наши дни, спустя более четверти столетия, мы наблюдаем своеобразный возврат к этой гипотезе. Оказалось, что феномен «столкновения» весьма распространен среди радиогалактик. Из трех ближайших к нам радиогалактик две (NGC 5128 и NGC 1316), возможно, находятся в процессе столкновения, вернее, «слипания» двух компонентов. В научной литературе сейчас оживленно обсуждается вопрос о «каннибализме» в мире галактик, когда одна как бы «поглощает» другую. Этот процесс особенно ярко выражен у NGC 5128, где такое слипание привело к «усиленному питанию» находящейся внутри сфероида компонента массивной черной дыры. Вероятно, по этой причине точечный источник внутри NGC 5128 отличается высокой активностью, особенно в диапазоне миллиметровых волн, а также в рентгеновском диапазоне. Третья из ближайших галактик — NGC 4486 представляет собой исключительно массивный (в 100 раз более массивный, чем наша Галактика) одиночный объект. Но зато у нее недавно обнаружено натекание межзвездного газа в область ядра, что наглядно демонстрирует «спокойное кормление» находящегося там «дракона» газом, выброшенным проэволюционировавшими звездами.

Современная астрономия, использующая весь диапазон электромагнитных волн — от радио- до гамма-излучения — вплотную подошла к пониманию важнейшей и увлекательной проблемы активности галактических ядер. Однако многие детали этой весьма разветвленной области метagalactic астрономии еще долго будут объектом кропотливых и трудоемких исследований.



Кандидат геолого-минералогических наук  
Я. Б. СМЕРНОВ

## Тепловое поле Земли

Важнейший вопрос, который сейчас стоит перед науками о Земле,— это вопрос о формах и источниках энергии, управляющей геологической эволюцией планеты. Одним из главных источников служит тепловое поле Земли.

### ГЕОТЕРМИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Экспериментальной основой геотермии — науки о планетарных тепловых процессах и тепловом поле Земли — являются измерения температуры в скважинах и горных выработках. Зная температуру, можно

*Извержение вулкана «Алайд»  
(вершинный кратер)  
29 апреля 1981 года.*

*Питающие вулканы первичные  
магматические очаги  
с температурой 1200—1400° С  
располагаются на глубине 40—80 км*



вычислить геотермический градиент, определить теплопроводность горных пород. Произведение температуры на термический градиент и дает величину теплового потока, поступающего из недр Земли. Выражают его в единицах, равных  $1 \cdot 10^{-6}$  кал/см·с (единица земного теплового потока, сокращенно етп). Как известно, среднегодовая температура на поверхности Земли — величина постоянная, она лишь увеличивается от полюсов к экватору. А какова температура на глубине Земли?

С давних пор люди знали, что земные недра раскалены. Об этом свидетельствовали извержения вулканов, выходы горячих источников и паровых струй на поверхность. После изобретения термометра появилась возможность измерять температуру под поверхностью Земли. С XVIII века такие измерения стали делать в шахтах и скважинах, а в 1868 году по инициативе английского физика У. Томсона их систематизировали. В результате был сделан вывод: через каждые 100 м температура в глубине Земли неуклонно возрастает на  $2,5-3,5^\circ \text{C}$ .

Сейчас на земном шаре измерения проведены в сотнях тысяч пунктов. Температура, определенная с помощью высокоточной аппаратуры в глубоких скважинах, колеблется в пределах  $100-250^\circ \text{C}$ . В самой глубокой скважине мира, бурящейся в СССР на Кольском полуострове (сейчас достигнута отметка около 11 км), температура составляет  $160^\circ \text{C}$ . В зонах локальных термоаномалий на глубине 1—2 км она может превышать  $350^\circ \text{C}$ , а на поверхности лавовых озер (например, на Гавайских островах) достигать  $1100^\circ \text{C}$ . Специальные автономные зонды — **термоградиентометры** — позволяют теперь измерять температуру и под поверхностью океанского дна, а также в глубоководных скважинах, пробуренных с судна «Гломар Челленджер». Скважины эти иногда углубляются в дно более чем на километр, и измеренная в них температура достигает  $40-100^\circ \text{C}$ . Все это убедительно показывает, насколько изменчив геотермический градиент на поверхности Земли и в ее недрах.

Существует несколько механизмов переноса тепла в недрах Земли. Главные из них — **кондуктивный** и **конвективный**. Первый состоит в том, что тепло передается посредством колебательных движений атомов в кристаллической решетке горных пород. Второй механизм — конвективный — заключается в том, что подогреваемые снизу слои жидкости поднимаются вверх, а на их место опускаются холодные слои. Сущность процесса конвекции внутри Земли — перенос тепла и массы вещества. Пример тому — движущаяся раскаленная лава или перемещающиеся подземные воды. Конвекция идет и в твердой Земле, которая ведет себя как упруго-вязкое тело наподобие вара или парафина (они разлетаются от удара молотка, но способны течь под действием постоянной небольшой силы). Порождать эту силу в Земле может градиент температуры, а также геохимическая и гравитационная дифференциация планеты (Земля и Вселенная, 1980, № 3, с. 59—64.— Ред.).

При геотермических измерениях оценивают конвективный вынос тепла на поверхность Земли. Для этого определяют массу теплоносителя и содержание в нем тепла. Методы таких измерений хорошо отработаны. Например, мощность выноса тепла при вулканическом извержении рассчитывают по объему излившихся лав (с помощью геологических карт) и прямым или косвенным измерениям их температуры.

#### ТЕМПЕРАТУРА И ТЕПЛООВОЙ БАЛАНС ЗЕМЛИ

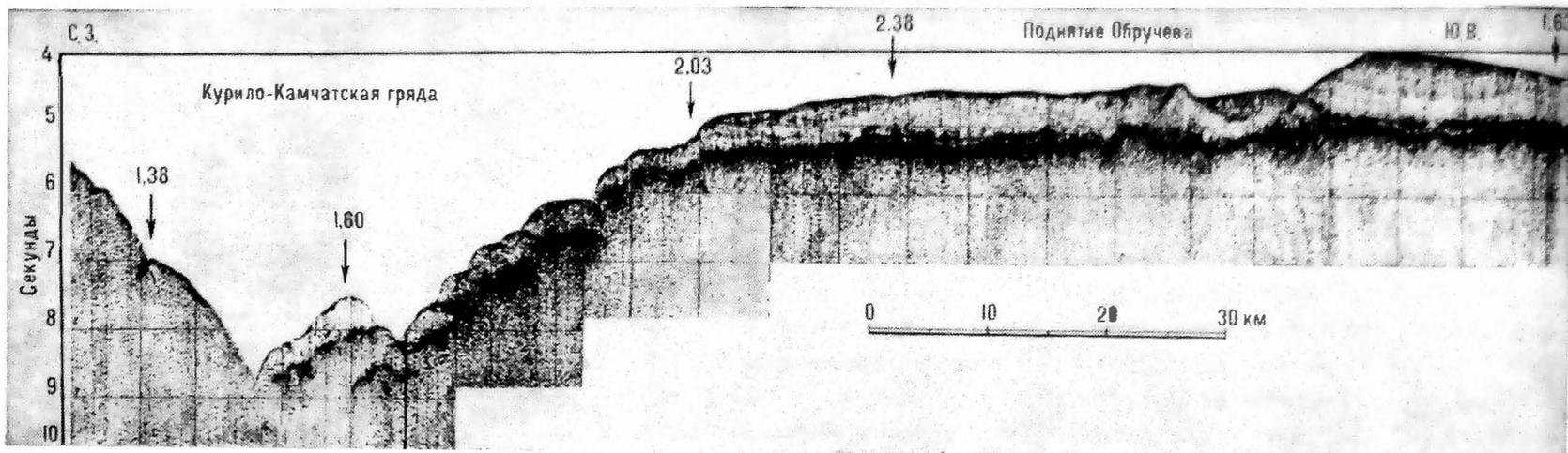
Распределение температуры в различных геосферах планеты определяется косвенными методами — по изменению скоростей продольных и поперечных сейсмических волн в недрах Земли, по изменению ее электропроводности и другим показателям. Но наиболее надежные сведения о температуре в самых верхних оболочках, конечно, следуют из геотермических данных. Однако определить из этих данных температуру в глубоких геосферах трудно,



поскольку мы не знаем распределения источников тепла по радиусу Земли, эффективной теплопроводности геосфер (то есть величины и роли тех или иных механизмов переноса тепла) и, наконец, мало что известно о тепловой истории Земли, особенно при учете конвективного тепломассопереноса. Основные источники внутриземного тепла: распад радиоактивных элементов, гравитационная дифференциация, заключающаяся в образовании слоистой планеты с железным ядром из первичной планеты однородной плотности, приливное трение в системе Земля — Луна, вызывающее замедление вращения Земли и отдаление Луны от Земли.

Тепловая энергия, генерируемая в результате перечисленных процессов, расходуется на нагревание Земли и формирование в ней расплавленных зон, кондуктивный вынос тепла через поверхность планеты, тектонические процессы и изменение магнитного поля. При различных физико-химических процессах в Земле также может поглощаться или выделяться громадное количество тепла, но такие процессы лишь переводят энергию из одного вида в другой, так что в общем тепловом балансе Земли ими практически можно пренебречь. Исключение, возможно, составляют только процессы в ядре.

Рассмотрим мощность некоторых процессов внутри Земли и сопоставим их с мощностью ее общих тепловых потерь в настоящую эпоху, то есть с общей мощностью земного теплового потока. Величина его —  $10 \cdot 10^{13}$  кал/с. Как показывают расчеты, в глобальном масштабе энергия земле-



*Тепловой поток в Тихом океане, измеренный в рейсе научно-исследовательского судна «Вулканолог» (стрелками показаны значения теплового потока в етп). Ниже приведено строение осадочной толщи, полученное непрерывным сейсмоакустическим профилированием*

трясений не превышает  $1 \cdot 10^{10}$  кал/с, энергия образования рельефа —  $2 \cdot 10^{10}$  кал/с, энергия деформаций пород земной коры (складчатость, разрывы) —  $2 \cdot 10^{10}$  кал/с, энергия, идущая на преодоление трения при движении литосферных плит, —  $1 \cdot 10^{10}$  кал/с. Получается, что энергия, необходимая для протекания тектонических процессов и в конечном итоге почти полностью переходящая в тепло, по крайней мере в 100 раз меньше земного теплового потока. На этом основании и делается вывод, что первоисточник энергии, управляющий геологическими процессами, — внутривоздушное тепло. Необходимо искать механизм, посредством которого тепло преобразуется в механическую и химическую энергию, а не наоборот.

## ТЕПЛОВОЙ ПОТОК И ТЕКТОНИКА

Первые измерения теплового потока на континентах были выполнены в 1939 году, на океанах — десять лет спустя, так что в своей основе геотермия существенно моложе других разделов геофизики. Сейчас число измерений земного теплового

потока превышает 10 000, и каждый год к этой цифре добавляется почти 1000 измерений. Такого прогресса не знал еще ни один из разделов геофизики.

Какие же научные результаты удалось получить в итоге? Прежде всего было установлено, что тепловой поток в различных областях Земли неодинаков. Автору статьи удалось показать, что **тепловой поток и возраст структур Земли закономерно связаны** между собой. Чем моложе тектоническая структура, тем в ней выше тепловой поток и конвективный вынос тепла. И если в древней геологической структуре на какое-то время возобновляется тектоническая активность, то тепловой поток как бы откликается на эту активизацию — он возрастает. При этом связь теплового потока с возрастом тектоно-магматической активности несколько различна для континентов, океанов и переходных зон между ними.

**На континентах**, в древних структурах возрастом более 700—900 млн. лет, тепловой поток мал и в среднем составляет  $1,1 \pm 0,1$  етп. В более молодых структурах он закономерно повышается. Так, в байкальских и каледонских структурах (700—400 млн. лет) он равен  $1,2 \pm 0,15$ , в герцинских (400—225 млн. лет) —  $1,35 \pm 0,15$ , мезозойских (225—70 млн. лет) —  $1,6 \pm 0,2$  и кайнозойских (менее 70 млн. лет) —  $2,2 \pm 0,2$  етп. Наиболее сложно распределен тепловой поток в кайнозойских структурах альпийского геосинклинального цикла, закончившегося 10—20 млн. лет назад (когда на Земле он продолжается и до сих пор) и создавшего горно-склад-

чатые сооружения Альп, Кавказа, Копетдага. В горных сооружениях тепловой поток достигает 2,0 етп, еще выше он в зонах, где недавно проявлялся вулканизм, — до 2,5—3,5 етп. Во впадинах, например в Черном море и котловине Южного Каспия, заполненных мощным слоем осадков, измеренный тепловой поток аномально низок. Объясняется это не тем, что недра здесь нагреты слабее. Просто сквозь толстый слой осадков тепловой поток подходит к поверхности с большими потерями.

**Зоны перехода от континента к океану**, разделяющиеся на два типа, характеризуются и различным тепловым потоком. В **пассивных континентальных окраинах** древнего возраста, окружающих Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый океаны, тепловой поток такой же, как и в прилегающих к ним участках суши. В **активных окраинах**, обрамляющих «огненное кольцо» Тихого океана, тепловой поток аномально высок (2,0—6,0 етп) в окраинных морях, затем от вулканической островной дуги он резко падает, снижаясь до минимума (примерно 0,7—0,9 етп) на внутренних склонах глубоководных желобов и несколько поднимается (до 1,2—1,6 етп) в прилегающих к ним со стороны океана краевых валах. В активных переходных зонах тепловой поток уменьшается по мере увеличения возраста структур значительно быстрее, чем на континентах.

Изучая тепловой поток в Курило-Камчатском и Алеутском регионах, автор статьи и В. М. Сугробов обнаружили удивительный факт: в Восточно-Камчатской вулканической зо-

не, где расположены почти все действующие вулканы Камчатки, тепловой поток низок — всего около 1,1 етп. Не нарушает ли это зависимости теплового потока от возраста геологических структур? Оказывается, нет, если учесть, что тепло выносится здесь еще магмой и гидротермами, а в сумме с кондуктивным потоком это дает 6,0 етп. Факт этот, подтвердившийся и в других областях современного вулканизма, показывает, насколько важно изучить конвективный вынос тепла.

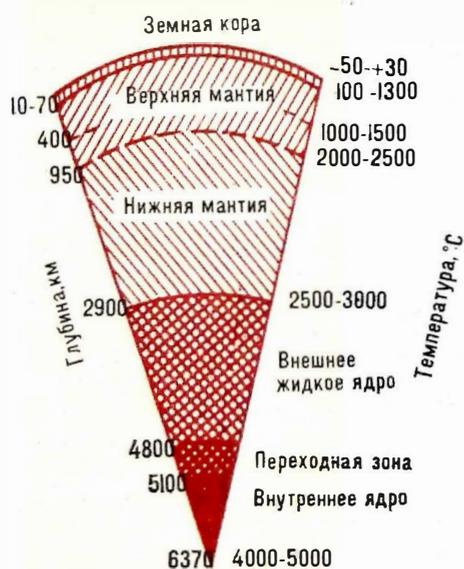
В океанах тепловой поток закономерно уменьшается от 10—20 етп в современных рифтовых зонах (оси срединно-океанических хребтов) до 0,9—1,1 етп на флангах хребтов возраста более 80 млн. лет.

Сейчас раздвижение дна, четко выраженное в тепловом поле, идет по современным рифтовым зонам Арктического, Атлантического, Индийского, Индо-Антарктического, Восточно-Тихоокеанского, Галапагосского и других срединных хребтов. И решающую роль в выносе тепла в центральных частях хребтов играют магматизм, в частности подводный вулканизм, и гидротермальная активность. Рифтовые системы есть и на континентах. Это Западно- и Восточно-Африканский рифты, рифт Красного моря, озеро Байкал. Термическая активность в них столь же высока, как и на срединно-океанических хребтах.

Таким образом, геотермическое поле, генетически связанное с возрастом тектоно-магматической активности в континентальных, океанических и переходных зонах Земли, дает возможность судить о возрасте, характере и энергетике тектонических процессов прошлых и настоящих эпох.

## ЗЕМЛЯ ТЕРЯЕТ ТЕПЛО

Поскольку нам известна площадь разновозрастных структур и тепловой поток в них, мы можем довольно точно подсчитать общие теплотери Земли в современную эпоху. Суммарные конвективные и кондуктивные потери через поверхность пла-



Температура на границах основных геосфер

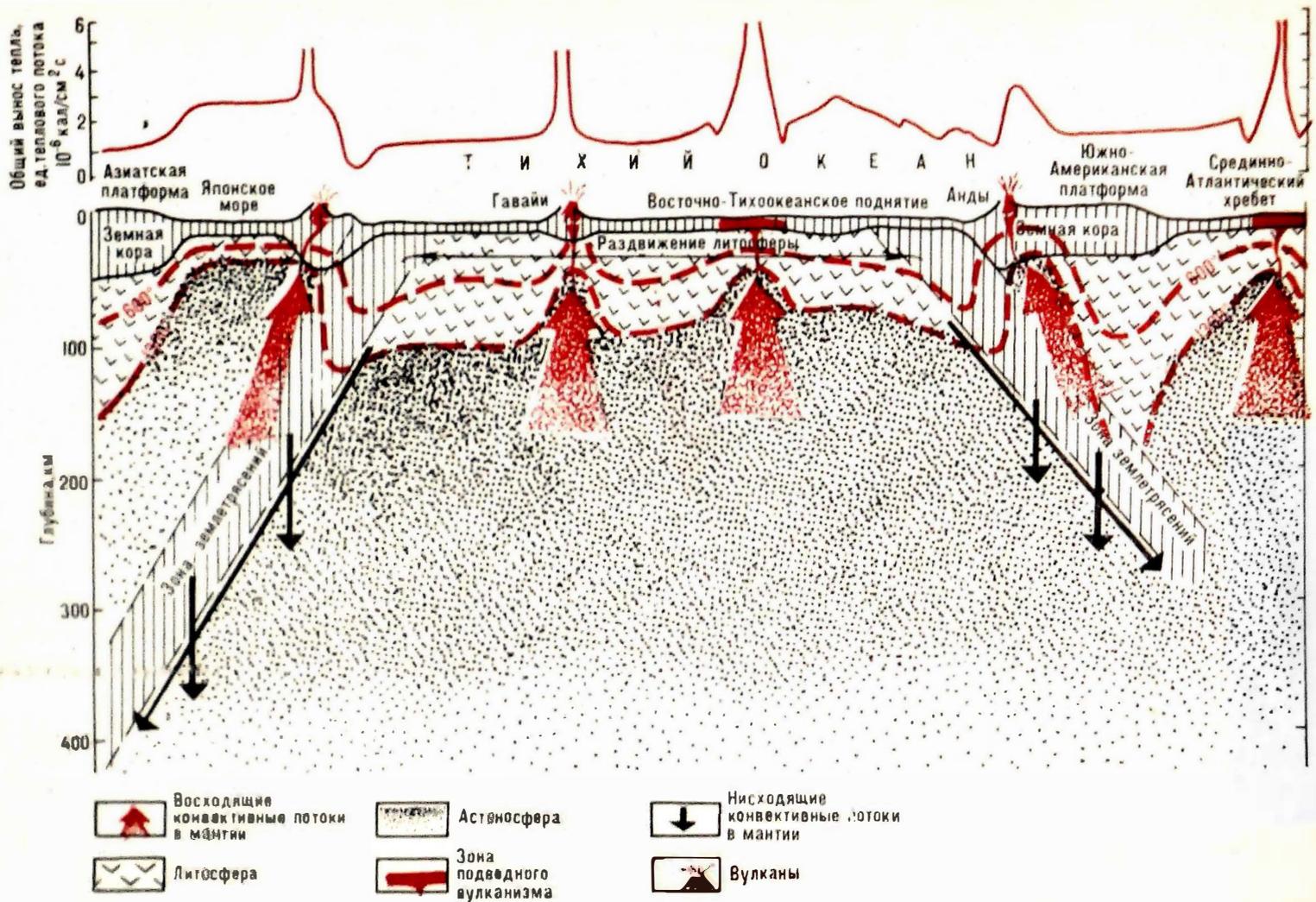
неты (около  $510 \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>) составляют порядка  $10 \cdot 10^{12}$  кал/с, причем через континенты и шельф (39% общей площади) теряется примерно  $3,2 \cdot 10^{12}$  кал/с, через океаны (56%) —  $6,1 \cdot 10^{12}$  кал/с, через окраинные моря (5%) —  $0,7 \cdot 10^{12}$  кал/с. Здесь помимо магматизма и гидротермальной деятельности учитываются и процессы осадконакопления. Средние удельные потери тепла через поверхность Земли и все названные глобальные структуры равны примерно (в порядке перечисления) 2,0, 1,6, 2,1 и 2,8 етп. Эти цифры дают основание сделать важные выводы. Так, фоновый тепловой поток в древних стабильных структурах континентов и океанов один и тот же и составляет 1,1 етп. Но в континентальной коре генерируется значительно больше радиогенного тепла — порядка 0,6 етп против 0,1 етп в океанической коре, а в литосфере — 0,8 етп против 0,2 етп. Для всей земной литосферы генерация радиогенного тепла составляет немногим более 20% ( $2,2 \cdot 10^{12}$  кал/с от  $10 \cdot 10^{12}$  кал/с). Хотя эти расчеты и приближены, они все же показывают, что к подошве литосферы почти все тепло поступает конвективным путем, так как при кондуктивной теплопроводности зона оттока глубинного тепла не превышает 700—1000 км за время существ-

ования Земли. Поэтому все тепловые процессы в литосфере определяются конвекцией в глубоких зонах Земли, причем доля конвективного выноса тепла в переходных зонах выше, чем в океанах и тем более на континентах. Так же обстоит дело и с веществом, вынос которого пропорционален выносу тепла. Следовательно, участки геосфер под континентами, океанами и переходными зонами существенно отличаются по тектонической активности, состоянию и свойствам вещества, характеру протекающих в них процессов. Горизонтальные и вертикальные перемещения крупных литосферных блоков, раздвижение океанов и дрейф континентов, образование горных хребтов, впадин и желобов — все это следствие необычайно сложного и многогранного процесса переноса тепла и массы вещества в Земле. Именно он приводит к геохимической и гравитационной дифференциации земного вещества и к достижению теплового и гравитационного равновесия на планете. Делаются пока только первые попытки количественного описания этого процесса. Чтобы представить его во всей полноте, нужны новые знания, новые исследования.

## ЭНЕРГЕТИКА И ДИНАМИКА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Используя значение теплового потока, тепловые свойства земной коры, верхней мантии и генерацию радиогенного тепла в них, мы можем довольно точно рассчитать температуру вплоть до глубины залегания зоны частичного плавления земного вещества; ниже такой расчет теряет смысл из-за резкого изменения механизма переноса тепла. Рассмотрим поведение в недрах Земли двух характерных изотерм —  $600^\circ \text{C}$  (при этой температуре породы теряют магнитные свойства) и  $1300^\circ \text{C}$  (начинают выплавляться базальтовые породы из вещества мантии при высоком давлении).

Эти изотермы лежат на большой глубине под древними континентальными платформами, резко поднимаются под окраинными морями и



Общий вынос тепла, температура и динамические процессы вдоль профиля Азиатская платформа — Тихий океан — Срединно-Атлантический хребет. Сплошная линия — общий вынос тепла; пунктирная линия — глубина залегания изотерм  $600^{\circ}\text{C}$  и  $1300^{\circ}\text{C}$

вулканическими поясами островных дуг и континентальных окраин и опускаются опять под желобами в погружающихся литосферных плитах. В зонах, где тепловой поток и температура велики, вещество менее плотно и более пластично, а значит, обладает большой текучестью. Здесь же близко к поверхности подходят зоны плавления, а магматический расплав легко прорывает тонкую литосферу, приводя к возникновению вулканических поясов Земли. Изотермы резко изгибаются в области, для которой характерны и большие и малые тепловые потоки (сочленение таких областей), то есть на границах

островных дуг и активных континентальных окраин и океанических желобов, а это приводит к появлению больших горизонтальных градиентов температуры. В результате зарождаются термоупругие напряжения, которые нередко разряжаются сейсмическими ударами. С изменениями температуры связаны и многие другие геологические процессы, например, образование и распределение метаморфических пород, возможность миграции газового флюида и углеводородов, а следовательно, образование и размещение рудных и нефтегазовых месторождений.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛУБИННОГО ТЕПЛА

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» написано: «...увеличить масштабы использования в народном хозяйстве возобновляемых источников энергии (...геотермаль-

ной)». Запасы тепловой энергии в верхнем 10-километровом слое суши, доступном сейчас бурению, составляют огромную цифру — примерно  $3 \cdot 10^{26}$  кал. Если использовать только 1% этого тепла, то и тогда оно в тысячи раз превысит мировые запасы топлива. А вот еще одна цифра: в районе Ставрополя обнаружена термоаномалия с температурой  $250^{\circ}\text{C}$  на глубине до 5 км. Если здесь только на  $100^{\circ}\text{C}$  понизить температуру массива мощностью в 1 км и размером  $100 \text{ км}^2$ , то полученное количество тепла будет эквивалентно теплу, которое дало бы освоение нефтяного месторождения с запасом 1 млрд. т нефти. Эти примеры показывают, что использование гидротермальной энергии — уже вполне назревший вопрос (Земля и Вселенная, 1981, № 4, с. 32—38.—Ред.). Достигнуты здесь и определенные практические результаты. В разных странах уже действуют установки, использующие глубинное тепло, правда, пока мало-мощные.

На нынешнем уровне развития техники экономически выгодно использовать энергию термальных вод, особенно в районах термоаномалий, где из недр Земли поступают горячие воды и перегретый пар. Их можно использовать для выработки электроэнергии, тепло- и хладоснабжения промышленных и гражданских построек, обогрева теплиц, различных технологических нужд. В настоящий момент во всем мире используется более 3 млрд. кал/с глубинного тепла. Около половины идет на выработку электроэнергии, а остальное используется для теплоснабжения.

С 1967 года на Камчатке работает

первая в СССР Паужетская геотермальная электростанция мощностью 5 тыс. кВт. Проводится интенсивная разведка Мутновского геотермального района близ Петропавловска-Камчатского, на базе которого предполагается построить электростанцию мощностью до 200 тыс. кВт. Существенно расширяется использование термальных вод в Краснодарском крае, Чечено-Ингушетии, Грузии, Дагестане, Западной Сибири.

В последнее время все чаще обсуждаются возможности использования тепла вулканических очагов для строительства геотермальных станций и даже тепла, заключенного в поро-

дах дна морей и океанов. Так, в Беринговом море на глубине 1,5—2 км от дна, в рыхлых осадках с содержанием более 50% воды температура достигает 200—300°С. Подобные данные получены для Охотского и Японского морей. Геотермальные ресурсы в этих районах, практически лишенных топлива, громадны, и нужно находить пути их использования.

Освоение геотермальной энергии находится пока еще в опытно-промышленной стадии. Но теперь в условиях острой нехватки органического топлива человечество обязательно обратится к такому источнику энергии, как глубинное тепло.



## СВЕРХДЛИННОПЕРИОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЗЕМЛИ

Собственные колебания нашей планеты — еще один важный источник информации о внутреннем строении Земли и процессах в ее недрах. Однако сейчас детально изучены лишь колебания с короткими и средними периодами (до  $T=53,8$  мин.). О колебаниях же с большими периодами до последнего времени почти не было достоверных сведений.

Четко зарегистрировать эти колебания удалось сотрудникам Ленинградского государственного университета имени А. А. Жданова Е. М. Лянькову, Л. Н. Петровой, Н. Г. Савиной, Т. Б. Яновской. Используя специальное устройство — длиннопериодный сейсмометрический канал с магнетронным преобразователем, они обнаружили такие колебания даже в отсутствие сильных землетрясений. Для выяснения природы этих сверхдлиннопериодных колебаний авторы проанализировали записи колебаний Земли за некоторый период. Анали-

зировались записи после землетрясений (Аляскинского и Курильского) и в спокойные периоды, когда не было никаких сейсмических толчков.

Оказалось, что колебания со сверхдлинными периодами (от 60 до 122 мин) присутствуют практически во всех записях, независимо от сейсмических условий. Значит, они не связаны с землетрясениями. Такие колебания свойственны самой Земле, это ее собственные колебания. Землю, по-видимому, здесь нужно рассматривать в целом, включая ее водную и воздушную оболочки.

Доклады АН СССР, 1982, 262, 2.

## ПРОГНОЗ СТРУКТУРЫ СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЫ

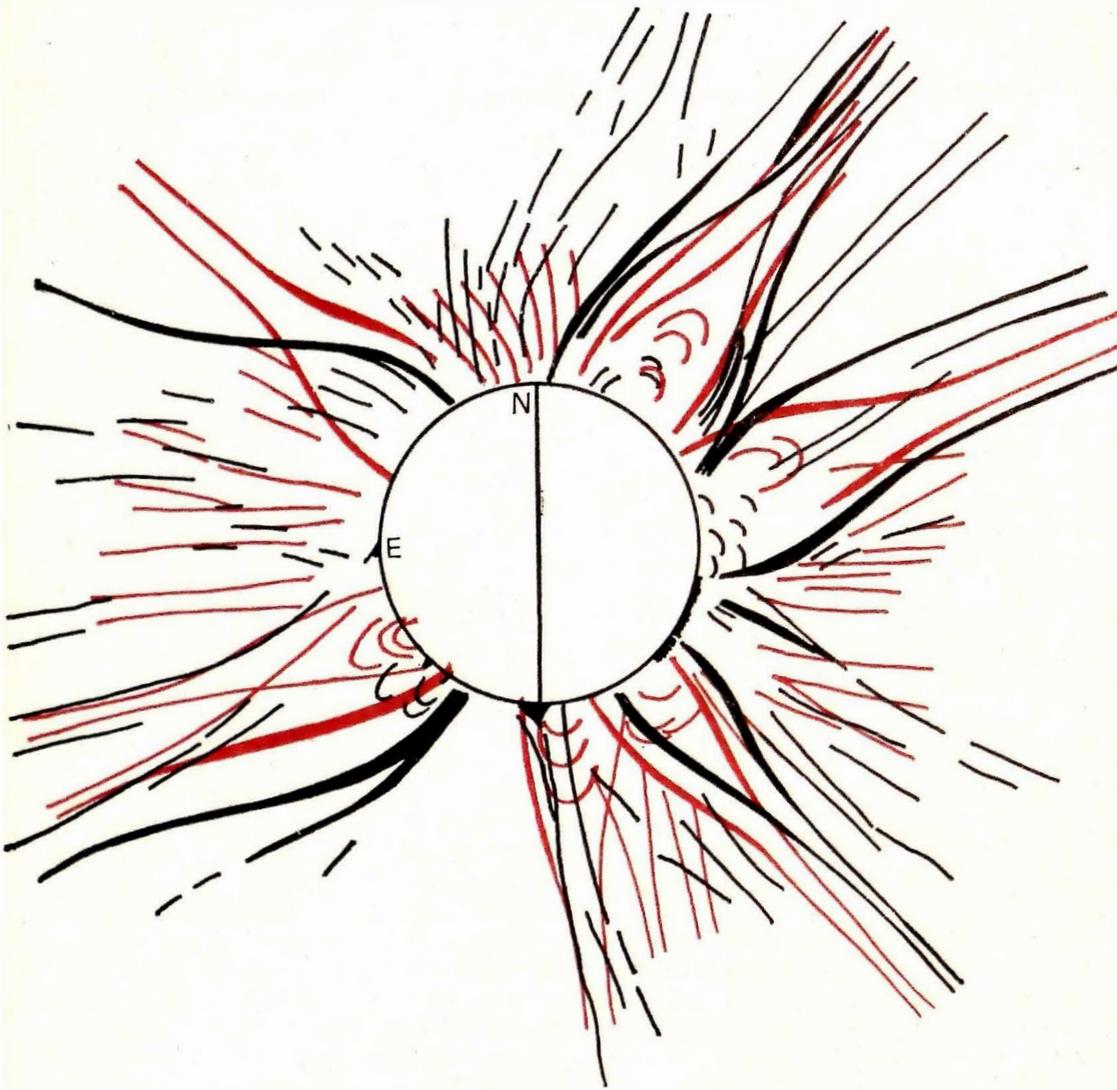
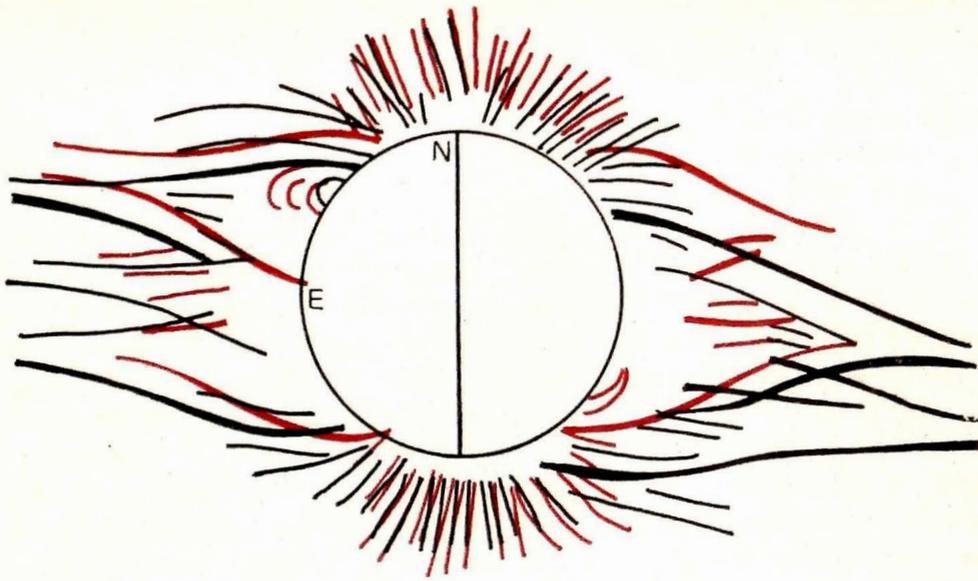
Видимое во время полных солнечных затмений лучистое сияние вокруг Солнца — солнечная корона представляет собой высокотемпературную водородную плазму. Благодаря хорошей электропроводности вещество короны повторяет конфигурацию магнитного поля Солнца, корональная плазма, как иногда говорят, «приклеена» к силовым магнитным линиям. Вместе с тем плазма короны течет от Солнца, создавая «солнечный ветер», иными словами, корона является динамическим образованием.

В короне отчетливо заметны племенивидные лучи, которые тянутся на расстояния в десятки солнечных радиусов. Эти лучи представляют со-

бой устойчивые корпускулярные потоки, достигающие Земли и возмущающие ее магнитное поле. В короне различаются полярные лучи, повторяющие своей конфигурацией силовые линии магнитного диполя; корональные конденсации — уплотнения над солнечными пятнами; дуги над протуберанцами и др.

Структура короны (число лучей, их форма, наклон к солнечному экватору) постоянно меняется. Наряду с медленными изменениями, вызванными вращением короны вместе с Солнцем или распадом корональных лучей, «время жизни» которых порядка месяца, в короне происходят быстрые процессы. Они обусловлены «транзитами» — гигантскими выбросами корональной плазмы, летящими со скоростью до тысяч километров в секунду. Вид короны зависит и от фазы 11-летнего цикла солнечной активности. В период максимума корональные лучи имеют радиальное направление, а в период минимума они тянутся почти параллельно солнечному экватору. Все эти изменения в значительной степени обусловлены магнитным полем Солнца, которое определяет характер солнечного корпускулярного излучения, воздействующего на Землю. Неудивительно поэтому, что исследование структуры короны имеет большое научное и практическое значение.

Концепция динамической короны получила признание лишь в последние годы, хотя была высказана еще в 1938 году, а в 50-х годах интенсивно разрабатывалась в Киевском государственном университете под руководством профессора С. К. Всех-



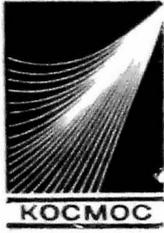
Сравнение прогнозируемой (красные линии) и наблюдаемой (черные линии) структуры короны для полных солнечных затмений 20 июня 1955 года (вверху) и 31 июля 1981 года (внизу). Затмение 1955 года приходилось на эпоху минимума, затмение 1981 года — на эпоху максимума солнечной активности

святского. Опираясь на эту концепцию, автор сделал первый прогноз структуры короны для полного солнечного затмения 20 июня 1955 года. Прогноз был основан на данных службы Солнца за 27 мая — 8 июня 1955 года (Астрономический циркуляр, 1955, № 160, с. 11). Методика прогнозирования изложена в статье М. Н. Гневышева, В. И. Макарова и Г. М. Никольского (Солнечные данные, 1978, № 11, с. 75), в которой также предсказано положение корональных лучей 28 февраля и 13 марта 1978 года. Экипаж орбитальной станции «Салют-6» попытался исследовать участки неба, куда должны были проецироваться лучи при достаточном погружении Солнца под горизонт. На расстояниях, больших  $20^\circ$  от Солнца, корональные лучи не удалось обнаружить. На меньших угловых расстояниях от Солнца наблюдениям мешало сумеречное свечение земной атмосферы.

До недавнего времени прогнозы структуры солнечной короны делались с опережением всего в одну неделю. Попытка предсказать вид короны с опережением в 12 недель была предпринята на день полного солнечного затмения 31 июля 1981 года. Синоптическую карту хромосферно-фотосферных образований на 31 июля составил М. П. Фатьянов по данным службы Солнца Горной астрономической станции ГАО АН СССР. Он использовал наблюдения, проводившиеся на протяжении солнечных оборотов № 1701–1708, день затмения приходился на оборот № 1711. (Как известно, период вращения Солнца относительно Земли равен 27,28 суток. Принято, что оборот Солнца № 1 начался 9 ноября 1853 года.) На основе синоптической карты и эмпирических связей различных характеристик структурных форм короны с фазой солнечной активности автор и М. П. Фатьянов дали прогноз короны.

По материалам, полученным советско-французской экспедицией, которая успешно наблюдала солнечное затмение 31 июля 1981 года близ Целинограда (Земля и Вселенная, 1982, № 1, с. 65–67), автор сделал точный рисунок структуры короны. Этот рисунок хорошо согласуется с прогнозируемой структурой короны. Была предсказана наблюдавшаяся во время затмения область пониженной плотности короны — «корональная дыра» в юго-восточной части короны. Интересно, что прогноз короны, сделанный за две недели до солнечного затмения 1955 года, оказался менее точным, чем долгосрочный прогноз на день солнечного затмения 1981 года.

Доктор физико-математических наук  
Г. М. НИКОЛЬСКИЙ



Доктор технических наук  
**Г. Г. БЕБЕНИН**  
 Герой Советского Союза  
 летчик-космонавт СССР  
 кандидат технических наук  
**Ю. Н. ГЛАЗКОВ**

## Установка перемещения — что это такое?

**Специальные устройства позволяют космонавту передвигаться и маневрировать вне корабля, в безопорном пространстве. При конструировании таких устройств возникают различные инженерные проблемы.**

Для эффективной работы человека в открытом космосе создается комплекс различных технических средств — поручни, фиксаторы, специальные инструменты, скафандр и шлюзовые камеры орбитальной станции (Земля и Вселенная, 1977, № 4, с. 10—14.—Ред.). Подготовленный к работе вне корабля, человек может немало сделать даже с помощью таких, в общем-то нехитрых средств. В этом мы убедились, наблюдая, как умело действовали в открытом космосе Ю. В. Романенко, В. В. Коваленок, В. А. Ляхов, Г. М. Гречко, А. С. Иванченков, В. В. Рюмин. Но неизмеримо большие возможности таят в себе установки перемещения, которые должны включать ряд систем — реактивных двигателей, ориентации и стабилизации, жизнеобеспечения, терморегулирования и другие.

До сих пор перед космонавтами не стояли задачи, требующие использования установок перемещения. Но недалеко то время, когда в космосе начнут собирать большие конструкции. И тогда космонавту понадобится «космическое такси». Облик установки перемещения ясен ученым уже сегодня. Вот как они себе ее представляют.

С одной стороны, установка имеет много общего с космическим кораб-

лем, а с другой — весьма от него отличается. И действительно, в перечне бортового оборудования установки наличествует большинство систем, присущих космическому кораблю. Но есть характерная особенность: установка намного миниатюрнее космического корабля, а значит, ее бортовые системы должны быть и меньше, и легче. Рассмотрим главные из них.

### СИСТЕМА ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

Условия для нормальной жизнедеятельности человека в открытом космосе создает система жизнеобеспечения (совместно со скафандром).

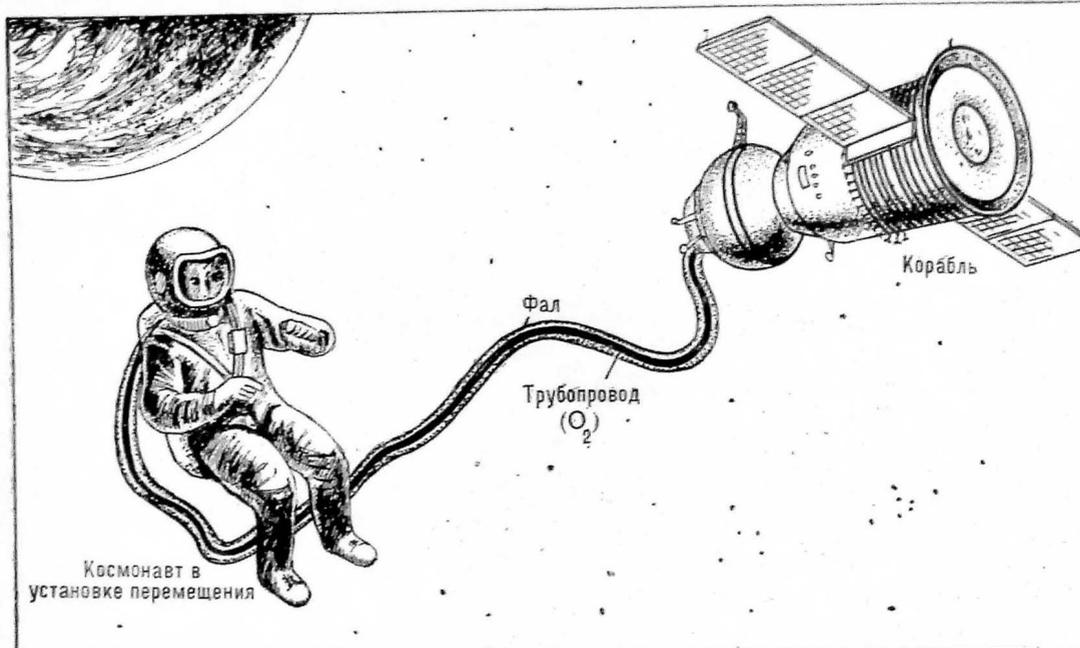
Предвидя грядущую деятельность человека в открытом космосе, К. Э. Циолковский писал: «Для работы вне

искусственной среды, то есть вне жилища, нельзя быть голым. В эфире, в пустоте, работники и гуляющие должны облачиться в особые предохранительные одежды, вроде водонепроницаемых одежд (скафандр). Они, как и закрытые жилища, дают кислород и поглощают продукты человеческих выделений. Это упрощенное подобие тесных жилищ, непосредственно примыкающих к телу. Разница только в том, что кислород тут не растения дают, а он запасается заранее и выделяется понемногу. Особые стекла предохраняют от губительного действия солнечных лучей. Эти одежды, непроницаемые для газов, обладают достаточной гибкостью и крепостью, чтобы выдерживать давление газов и не стеснять движения членов. Органические выделения поглощаются, влажность внутри одежды регулируется. Окраска одежды должна соответствовать желаемой температуре».

Пророчество великого ученого сбывается: система жизнеобеспечения и скафандр позволят человеку жить и работать в открытом космосе. Система обеспечивает космонавта кислородом, поддерживает газовый состав, поглощает углекислый газ и вредные примеси. Снабжать кислородом можно из запасов, хранящихся на борту космического корабля или станции. Для этого используют своеобразный трубопровод, связывающий корабль и космонавта. Трубопровод прокладывают в фале (там же могут быть электрические провода для системы телеметрических измерений, радиосвязи). Кроме того, фал надежно связывает космонавта с кораблем, гарантируя человеку высокую степень безопасности в открытом космосе.



Установка перемещения космонавта



*Космонавт, находясь в установке перемещения, связан с кораблем фалом. Через трубопровод, проложенный в фале, он получает кислород*

Впрочем, снабжать космонавта кислородом можно и иначе — создав автономную систему. Тогда в баллонах, вроде тех, какими пользуются аквалангисты, запасы кислорода хранятся в сжатом виде и подаются в скафандр через редуктор, который понижает давление кислорода. Углекислый газ и вредные примеси удаляют с помощью поглотителей, содержащих окись лития и активированный уголь.

#### СИСТЕМА ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ

Она поддерживает температуру тела космонавта в заданных пределах и нормальное содержание влаги в газовой среде. Как же работает такая система? В качестве теплоносителя применяют, например, газ или воду, которые, нагреваясь, отводят часть тепла от тела космонавта, не давая ему перегреться. С этой целью используют принудительную вентиляцию, заставляющую газ циркулировать под скафандром. Водяная система работает иначе: космонавт надевает белье, сделанное в виде сетки из трубопроводов, где циркулирует вода. Теплоноситель, отбирая часть регенерируемого человеком тепла, нагре-

вается, а затем охлаждается в теплообменниках, излучая тепло в космос, и вновь используется для охлаждения тела космонавта. Так происходит регулирование температуры. Поддерживать необходимую температуру можно вручную и автоматически.

#### СИСТЕМА РЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Управление движением космонавта в беспорном пространстве не должно сводиться лишь к поступательным перемещениям «вверх-вниз», «вправо-влево», «вперед-назад». Оно обязано предусматривать и свободное вращение вокруг центра масс.

Установка снабжена реактивными микродвигателями. Для поступательного перемещения (три степени свободы) нужно как минимум шесть двигателей. А чтобы космонавт мог вращаться вокруг центра масс (уже не обойтись без шести степеней свободы), требуется система реактивного движения, включающая от 12 до 16 двигателей. Такая система обеспечивает также высокую надежность за счет дублирования. Двигатели работают на сжатом газе, который истекает из сопла. Пополнять запасы сжатых газов можно, либо заменяя баллоны, либо заправляя их от бортовых источников. Существенный недостаток указанной системы — малая скорость истечения газов.

Значительно большую скорость (а значит, и большую эффективность

управления) можно получить в двигателях, использующих перекись водорода или двухкомпонентные топлива. Но температура истекающих из сопла газов слишком высока (при разложении перекиси водорода она достигает  $800^{\circ}\text{C}$ ), что предъявляет дополнительные требования к теплозащите скафандра.

Как же работают реактивные двигатели? В герметичном баллоне под высоким давлением хранится запас газа, который через электрически управляемый клапан и фильтр подается на редуктор. В редукторе давление газа снижается, и газ поступает в баллон с рабочим телом (например, перекисью водорода). Перекись, вытесняемая газом из баллона, через обратные клапаны попадает в микродвигатели, где разлагается на атомарный кислород и пары воды. Продукты разложения, истекая через сопло, создают реактивную силу.

Управляющий сигнал, подаваемый на электроклапан, направляет перекись в нужные двигатели. Есть сигнал — клапан открывается, и перекись поступает в камеру сгорания микродвигателя. Нет сигнала — клапан остается закрытым.

Возможны различные варианты расположения микродвигателей. Например, для перемещения вверх (в направлении оси — Z) надо включить двигатели, обозначенные 4а, для перемещения вниз (+Z) — двигатели 4б. Чтобы началось вращение относительно центра масс, необходимо включить два двигателя, которые создавали бы вращающий момент. В частности, вращение вокруг оси +X задают левый двигатель 4а и правый 4б, а вокруг оси —X — левый двигатель 4б и правый 4а.

Выбор комбинации двигателей, включаемых при маневре, осуществляет логическое устройство; команды на него космонавт шлет с помощью ручки управления (отклоняя ее в нужную сторону от среднего, нейтрального положения). Может это делать и автоматика. При использовании сжатого газа в качестве рабочего тела система становится проще, поскольку из нее исключается баллон с топливом, а его роль фактически исполняет баллон со сжатым газом.

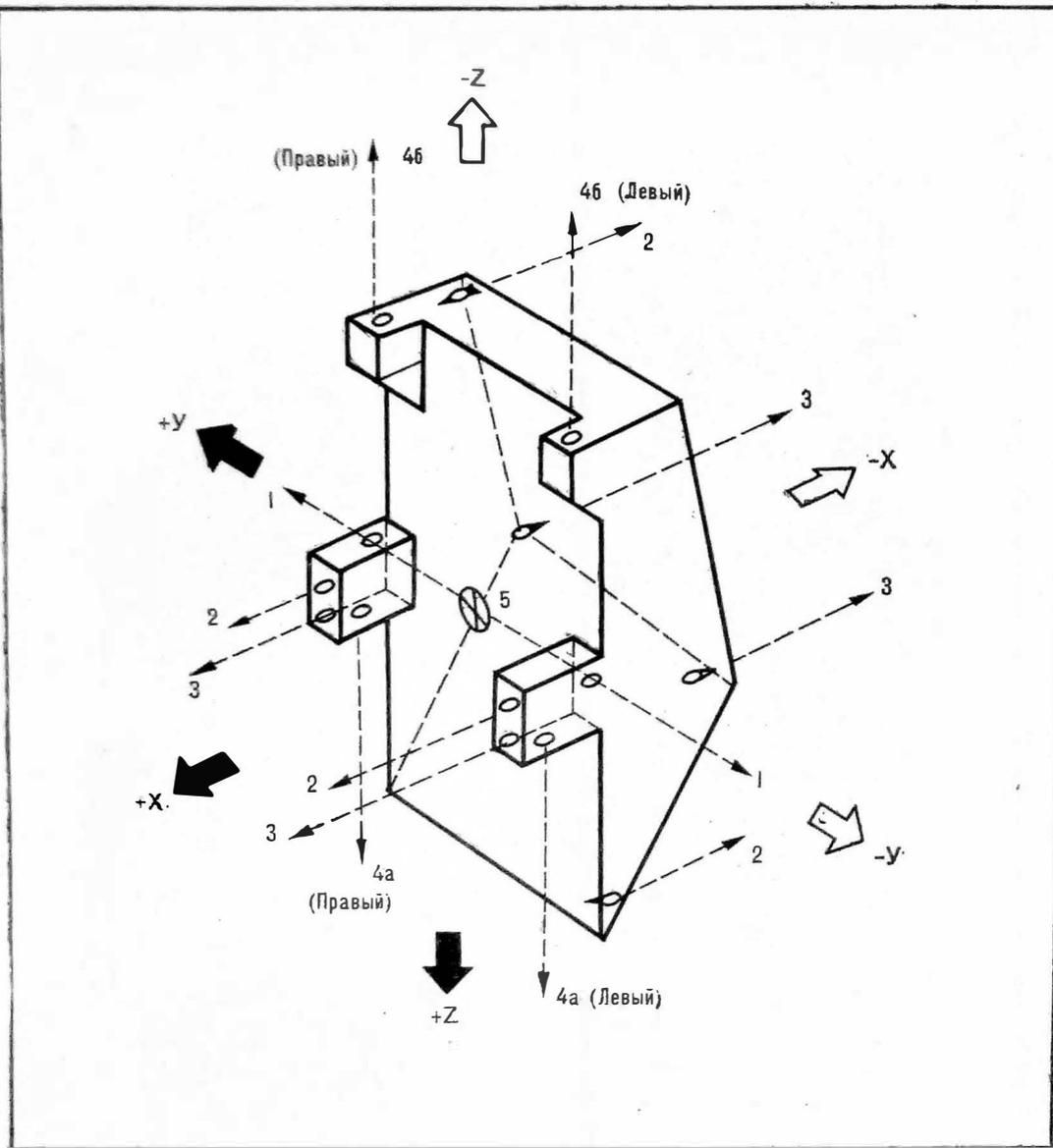


Схема расположения реактивных двигателей установки.

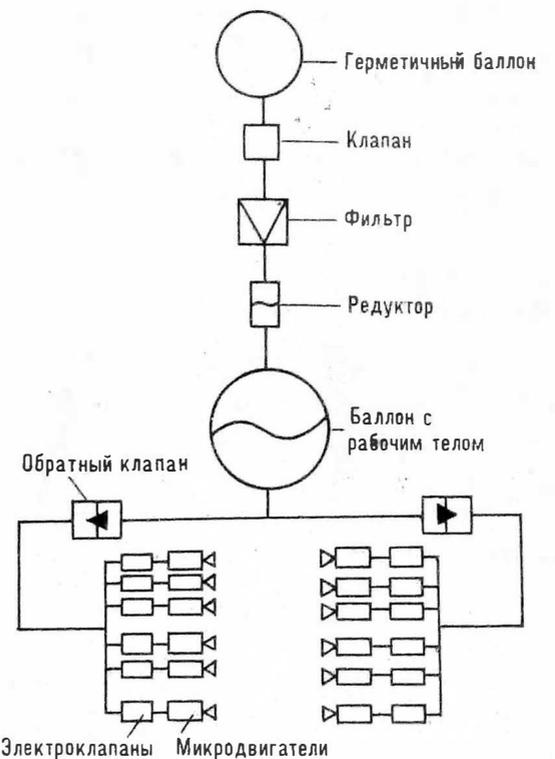
1 — сопла для перемещения влево-вправо; 2 — сопла для перемещения вперед-назад и вращения; 3 — сопла для вращения; 4 — сопла для перемещения вверх-вниз и вращения; 5 — центр масс

ке перемещения их две: одна управляет поступательным перемещением, другая — вращением вокруг центра масс. Обе ручки удобно размещены на подлокотниках. Отклонив ручку на определенный угол, космонавт подает сигнал в систему управления и, получая линейную или угловую скорость, маневрирует в пространстве. Время работы установки перемещения прямо зависит от запасов топлива. Поэтому очень важно, чтобы в процессе маневрирования расходы топлива (или газа) были минимальны. Достигается это следующим образом. Частоту включения двигателей выбирают в зависимости от величины сигнала управления. При больших управляющих сигналах двигатели включаются чаще (некоторая максимальная величина сигнала обеспечивает непрерывную работу двигателей), тогда как при малых сигналах включение происходит реже.

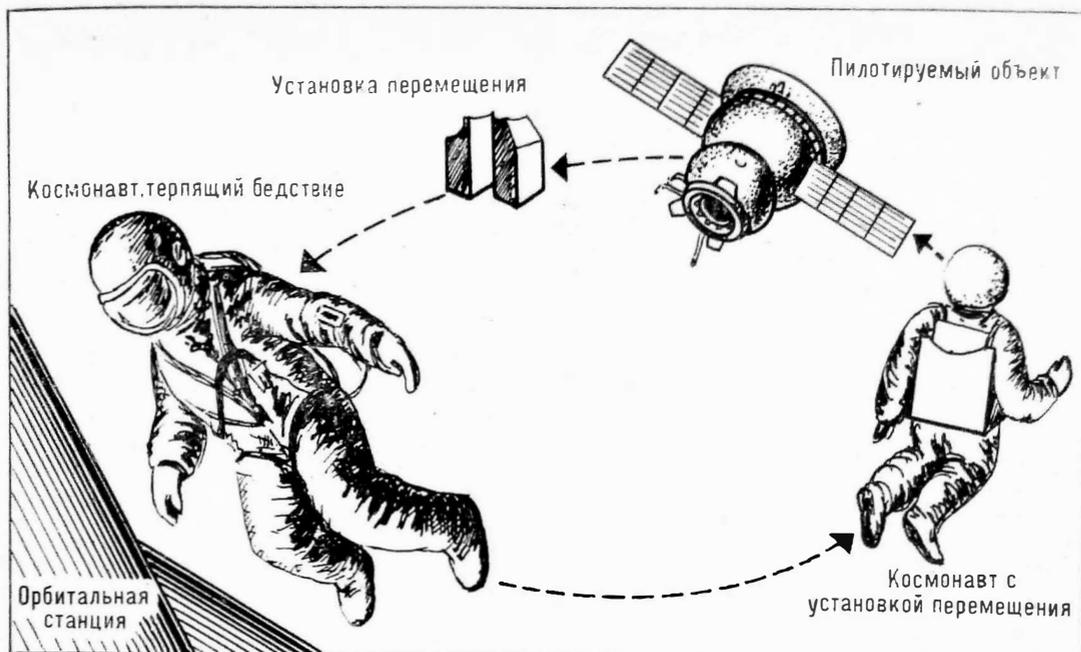
## СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ

Такая система не может работать без прибора, измеряющего угловое отклонение космонавта вместе с установкой от необходимого положения в пространстве и скорость этого отклонения. Подобным прибором вполне может быть двухступенной гироскоп. Для ручной ориентации применяется ручка управления. На установ-

Если космонавт значительно отклонит ручку управления, то сначала двигатели будут работать подолгу и с небольшими перерывами, а затем время работы двигателей уменьшится, паузы же между включениями возрастут. По достижении угловой скорости вращения, которая задана отклонением ручки управления, двигатели отключаются. Если космонавт захочет после разворота на определенный угол стабилизировать свое положение в пространстве, ему достаточно вернуть ручку управления в первоначальное (нейтральное) положение. Тогда вращение космонавта будет восприниматься как возмущение, и система стабилизации автоматически начнет управлять двигателями так, чтобы свести угловую скорость вращения к нулю (при этом включится противоположная пара двигателей). Но, предположим, требуется совершить поступательное перемещение. Космонавт дает команду, передвигая вторую ручку управления, и двигатели разгоняют его до желаемой скорости. Когда же надо затормозить (например, при возвращении — для мягкого соприкосновения с кораблем), космонавт включает и выключает противоположную пару двигателей, уменьшая тем самым свою скорость.



Схематическое изображение системы двигательных установок



*Схема спасения космонавта в открытом космосе. На орбитальной станции сложилась аварийная обстановка. Космонавту срочно нужно вернуться на Землю. С аварийно-спасательного корабля высылается автоматически управляемая установка перемещения. Космонавт закрепляется в ней и возвращается на борт корабля*

Управлять поступательным движением в безопорном пространстве удастся лишь с помощью реактивной силы. А вот создавать моменты, управляющие вращательным движением вокруг центра масс, можно и посредством маховичных устройств либо силовых гироскопов.

#### ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Итак, читатели, видимо, уже поняли, что система ориентации и стабилизации — одна из самых сложных систем установки перемещения космонавта. Но есть еще один фактор, усугубляющий эту сложность. В самом деле, в указанной системе космонавт не только оператор, но одновременно и объект управления. Так, в космическом корабле, представляющем, по существу, твердое тело, подвижность космонавта хотя и играет определенную роль в процессе ориента-

ции и стабилизации, однако главенствующей ее не назовешь. Иначе обстоит дело в рассматриваемой нами системе. Работая вне корабля, космонавт совершает различные движения руками и ногами. Эти движения оказывают возмущающие действия на всю систему стабилизации, нарушая тем самым пространственную ориентацию космонавта. Кроме того, подобные движения приводят к постоянному перемещению центра масс системы. Смещения центра масс еще значительней, когда космонавт держит в руках инструменты или какой-либо груз. Если включаются двигатели поступательного перемещения, а положение центра масс не совпадает с расчетным, — тотчас возникают дополнительные возмущающие моменты, которые влияют на систему стабилизации.

Таким образом, с одной стороны, космонавт должен работать, а с другой — его движения становятся возмущающими для системы стабилизации, нарушают пространственную ориентацию и увеличивают расходы топлива на парирование все новых возмущений.

Вот перед какой проблемой стоит конструктор, проектируя систему ориентации и стабилизации.

Другая проблема связана с тем, что при маневрировании у космонавта оказываются заняты одна или обе руки — это ограничивает выполнение разного рода операций.

Дабы обеспечить маневрирование и оставить свободными руки космонавта, некоторые специалисты предлагают ввести голосовую систему управления. Космонавт произносит командное слово, например — «вперед». Это слово поступает на логическое устройство, распознающее человеческую речь, и тотчас с его выхода электрические сигналы идут на схему включения моментного устройства или микродвигателей.

Ясно, что установки перемещения, оборудованные голосовой системой управления, дают дополнительную возможность подавать команды непосредственно с борта космического корабля. Преимущества таких установок очевидны. Во-первых, установка перемещения способна действовать как автоматический робот. Во-вторых, если космонавт по какой-либо причине не сможет сам управлять установкой, то это сделает экипаж корабля.



#### НОВОЕ О САТУРНЕ

В ночь с 25 на 26 августа 1981 года американская межпланетная станция «Вояджер-2» пролетела около Сатурна на расстоянии 101 000 км от верхней границы облачного покрова и провела исследования планеты, ее колец и спутников (Земля в Вселенная, 1981, № 6, 3-я стр. обложки.— *Ред.*). Сейчас появились некоторые дополнительные сведения.

В атмосфере Сатурна за те девять месяцев, которые прошли со времени пролета около планеты «Вояджера-1», произошли немалые изменения. В значительной мере рассеялась дымка над облачным покровом, заметнее стала активность многих пятен и вихревых образований. В северном полушарии обнаружены новые струйные течения, направленные

н<sup>е</sup> на восток. Наибольшую скорость (свыше 500 м/с) они имеют на экваторе. Там видна движущаяся на восток циклональная полоса, охватывающая по широте 40°, которая соприкасается с полосой, направленной на запад. На границе полос наблюдается много циклональных бурь. Чаше всего они возникают между двумя противоположно направленными течениями в атмосфере. Были проведены специальные наблюдения центров образования бурь. Один из них — гигантский овал, расположенный у 74° с. ш., назвали «Большое Коричневое Пятно» по аналогии с Большим Красным Пятном на Юпитере.

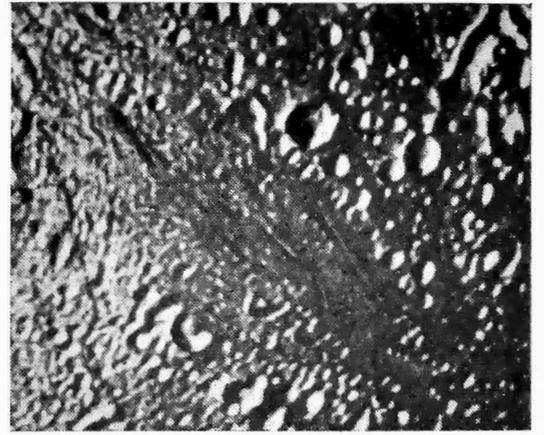
Снимки, полученные «Вояджером-2», показали, что, несмотря на

существенные различия, процессы в сатурнианском облачном покрове больше, чем казалось после пролета «Вояджера-1», похожи на процессы в облачном покрове Юпитера.

Станция «Вояджер-1» обнаружила у Сатурна от 500 до 1000 дискретных узких колец. «Вояджер-2» с помощью фотополариметра (на «Вояджере-1» такой прибор не работал) провел через кольца наблюдения звезды Дельта Скорпиона. Наблюдения показали, что узкие кольца, обнаруженные «Вояджером-1», разделяются на еще более узкие дискретные элементы. Возможно, их число составляет несколько сот тысяч. Пока удалось обнаружить элементы только в пределах разрешения камер (примерно 100 м).

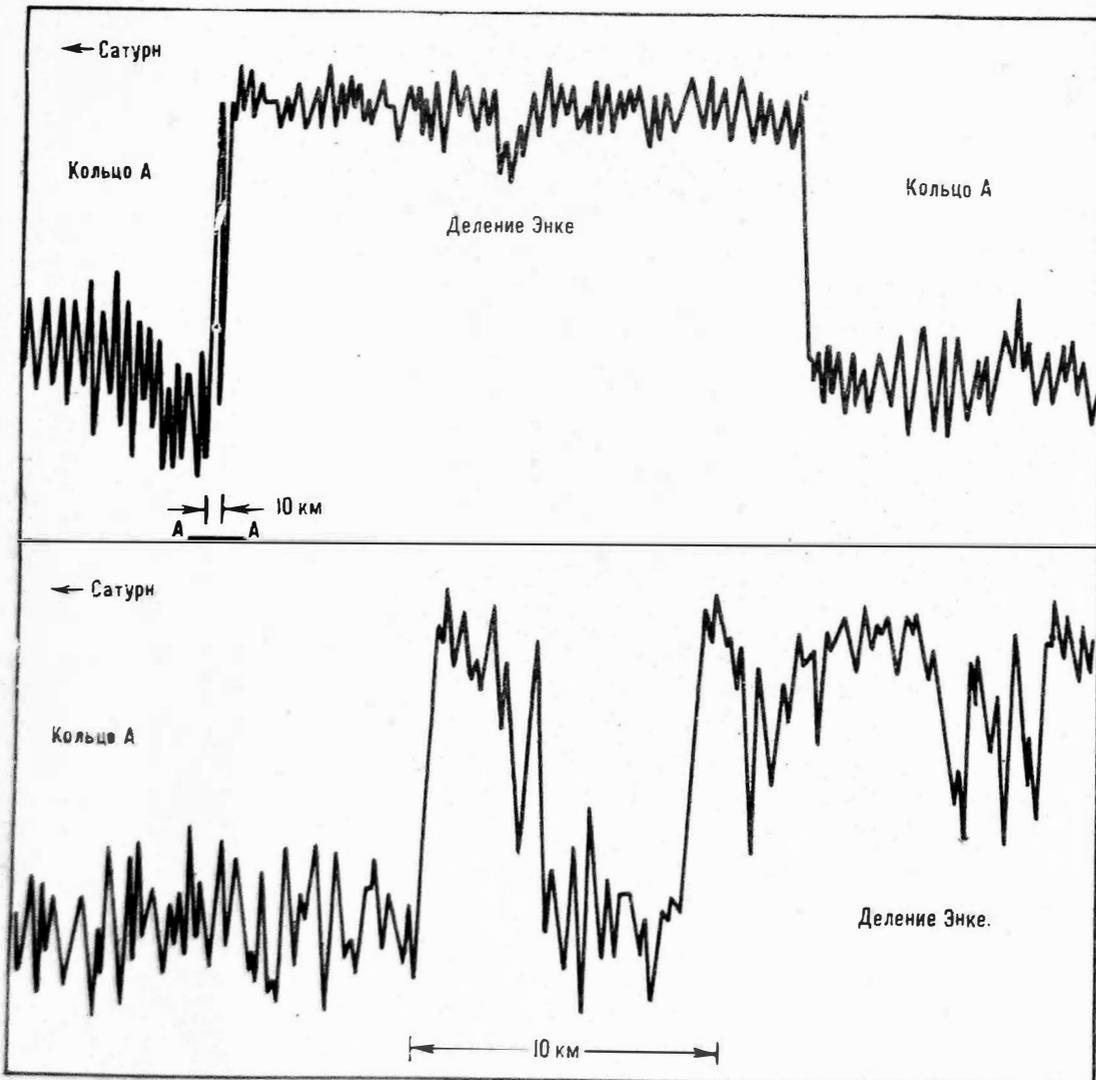
«Вояджер-1» открыл два спутника, один из которых обращается непосредственно у внутренней, а второй — у внешней границы кольца F. Считали, что эти спутники формируют кольца, не выпуская частицы за его пределы ни внутрь, ни наружу. Их даже назвали «спутники-пастухи». Наблюдения «Вояджера-2» показали, что эти спутники не влияют на кольцо F.

В кольце В снова наблюдались радиальные образования («спицы»). Природу их пока выяснить не уда-



Область Энцелада со следами преобразования поверхности (некоторые кратеры разрушены наполовину)  
(Sky and Telescope, 1981, 62, 5)

График, полученный при наблюдениях звезды Дельта Скорпиона с помощью фотополариметра через кольца Сатурна (на верхнем изображении максимальное разрешение близко к 3,2 км, на нижнем — 300 м для участка А — А)  
(Sky and Telescope, 1981, 62, 5)

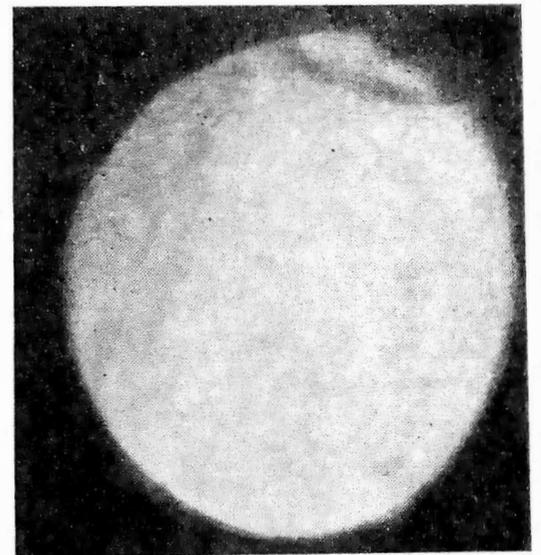


лось. Жгуты же, которые «Вояджер-1» наблюдал в кольце F, ни здесь, ни в других кольцах не обнаружены.

«Вояджер-2» прошел значительно ближе, чем «Вояджер-1», к Энцеладу, Тефии, Гипериону, Япету и Фебе, что позволило получить новую информацию об этих спутниках Сатурна.

На Энцеладе обнаружены области, возраст которых определяют примерно в 100 млн. лет. На этом строится гипотеза: если Энцелад был активным столь недавно, то, по-видимому, он продолжает быть активным и сейчас, подобно спутнику Юпитера Ио. Молодые области на Энцеладе

Титан (видна темная полоса, окружающая полюс)  
(Aviation Week and Space Technology, 1981, 115, 16)



прорезаются через старые кратеры и сами имеют кратеры. Но кратеры на молодой поверхности разрушились, поскольку кора здесь, очевидно, тоньше и менее прочная, чем в старых областях. В некоторых областях Энцелада кратеры вообще отсутствуют, по крайней мере кратеры, размеры которых больше порога разрешения телевизионных камер станции.

На Тефии обнаружен кратер поперечником примерно 400 км, по-видимому, очень древний. На противоположной стороне спутника видна борозда шириной около 200 км, простирающаяся по окружности Тефии на  $270^\circ$ . Она занимает 5—10% поверхности спутника. По расчетам, именно такую площадь должна была бы занимать трещина на поверхности небесного тела, состоящего из льда. Правда, в этом случае следовало бы ожидать не четко оформленную борозду, а сложную структуру трещин.

Снимки Титана показали, что в атмосфере этого спутника произошли изменения со времени пролета «Вояджера-1». Темная шапка в северной полярной области спутника теперь имеет вид не шапки, а полосы, окружающей полюс. Фотополяриметр на «Вояджере-2» обнаружил в атмосфере Титана вызывающие поляризацию частицы размером 0,05 и 0,10—0,15 мкм.

У Гипериона, имеющего размеры  $210 \times 360$  км, большая ось отклонена на  $45^\circ$  от плоскости орбиты и не направлена на Сатурн, что удивительно, поскольку гравитационные силы должны были бы обеспечить такую направленность. Если смещение оси вызвано столкновением с каким-либо небесным телом, то, согласно расчетам, для восстановления направленности оси на Сатурн потребуется 10 млрд. лет.

Снимки Япета подтвердили, что «ведущее» полушарие спутника (обращенное по направлению его орбитального движения) во много раз темнее «ведомого». Альbedo этих полушарий составляет соответственно 0,04—0,05 и 0,5. Кратеры ведомого светлого полушария наполнены темным веществом. Пока нет удовлетворительного объяснения темному цвету ведущего полушария и дна кратеров ведомого.

Впервые удалось получить снимки Фебы с космического аппарата. Этот спутник имеет правильную форму (диаметр примерно 200 км) и по крайней мере одно светлое образование на поверхности, что позволило определить время обращения Фебы вокруг своей оси (9—10 ч).

**Д. Ю. ГОЛЬДОВСКИЙ**

Доктор физико-математических наук  
**Ю. П. ПСКОВСКИЙ**

## Сверхновая, создавшая Крабовидную туманность

**Из мозаики часто противоречивых сведений о сверхновой 1054 года начинает складываться цельная картина явления.**

### ПРОПАЛА ВСПЫШКА

Исполнилось 250 лет со времени, когда английский физик и любитель астрономии Дж. Бевис обнаружил в созвездии Тельца туманность странной формы, впоследствии получившую наименование «Краб». В нашей литературе привилось менее лапидарное название «Крабовидная туманность». Особую известность этот объект приобрел в 1921 году, когда К. Лампланд по снимкам, полученным на 2,5-метровом телескопе обсерватории Маунт Вилсон, обнаружил систематическое расширение туманности, которое указывало, что девять веков назад на ее месте был взрыв. И хотя знали, что как раз в 1054 году в созвездии Тельца ярко вспыхнула звезда, только в 1928 году американский астроном Э. Хаббл обратил внимание на совпадение возраста туманности с моментом появления вспышки.

Действительно, по многочисленным свидетельствам, в 1054 году в созвездии Тельца наблюдалась яркая звезда: днем она сверкала на небе, а в ночное время — почти два года. Авторитетная древнекитайская хроника Суньской династии («Гунь-ши») сообщала, что «звезда-гостья» появилась юго-восточнее «Тянь-гуаня», в нескольких «дюймах». По современным исследованиям, «небесный дюйм» соответствует приблизительно

но  $1,5^\circ$ . Самая яркая звезда созвездия «Тянь-гуань», или «Небесного барьера», — звезда  $\zeta$  Тельца. Но Крабовидная туманность находится не к юго-востоку, как описывает вспышку хроника, а, наоборот, в  $1,5^\circ$  к северо-западу от этой звезды!

В 1971 году известный специалист по древнекитайской астрономии Хо Пин-ю (Малайзия) и американские синологи Ф. Паар и П. Парсонс сделали тщательные переводы всех известных сейчас китайских и японских текстов, описывающих феномен 1054 года. Они обнаружили еще один текст с аналогичным указанием на вспышку юго-восточнее «Тянь-гуаня». По-видимому, ошибки в хронике Сунь нет. Расхождение места вспышки с расположением туманности дало основание предположить, что явление 1054 года в созвездии Тельца не было вспышкой сверхновой. Это мнение подкрепляется ссылкой на то, что выражение «несколько дюймов» можно понять и как размер светила, если «звезда-гостья» была кометой. Кроме того, судя по скорости расширения волокон Крабовидной туманности и ее современным размерам, расширение началось в 1140 году, то есть почти на столетие позже события 1054 года.

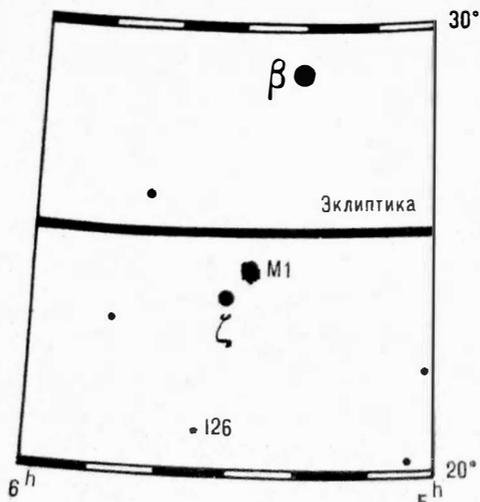
Однако различие в датах вспышки и начала разлета давно уже объяснено американским астрономом В. Бааде. Для этого достаточно лишь допустить, что детали туманности разлетаются с ускорением (теперь, добавим, можно указать и возможную причину такого ускорения: в центре туманности находится молодой пульсар, питающий ее энергией). Итак, единственной серьезной не-

увязкой оставалось противоречие между местом вспышки и расположением туманности.

### ПРОВОДИМ «ДОСЛЕДОВАНИЕ»

Хотя китайскую систему созвездий изучают уже более двух веков, синологи еще недостаточно разобрались в светилах, составляющих созвездие «Тянь-гуань». В фундаментальном исследовании нидерландского синолога Г. Шлегеля по китайской уранографии (1875 г.) отмечено, что «Тянь-гуань» — не совсем обычное созвездие. Кроме «Небесного барьера» в созвездии Тельца имеются еще «Тянь-гуани» в созвездиях Девы, Стрельца, Близнецов и Козерога. В текстах, описывающих событие 1054 года, упоминаются соседние созвездия, и нет сомнений, что «звезда-гостья» посетила теперешнее созвездие Тельца.

Необходимо проанализировать особенности всех пяти «барьеров». Во-первых, каждый из них кроме «барьера» в созвездии Тельца включает две звезды, иногда несколько. Во-



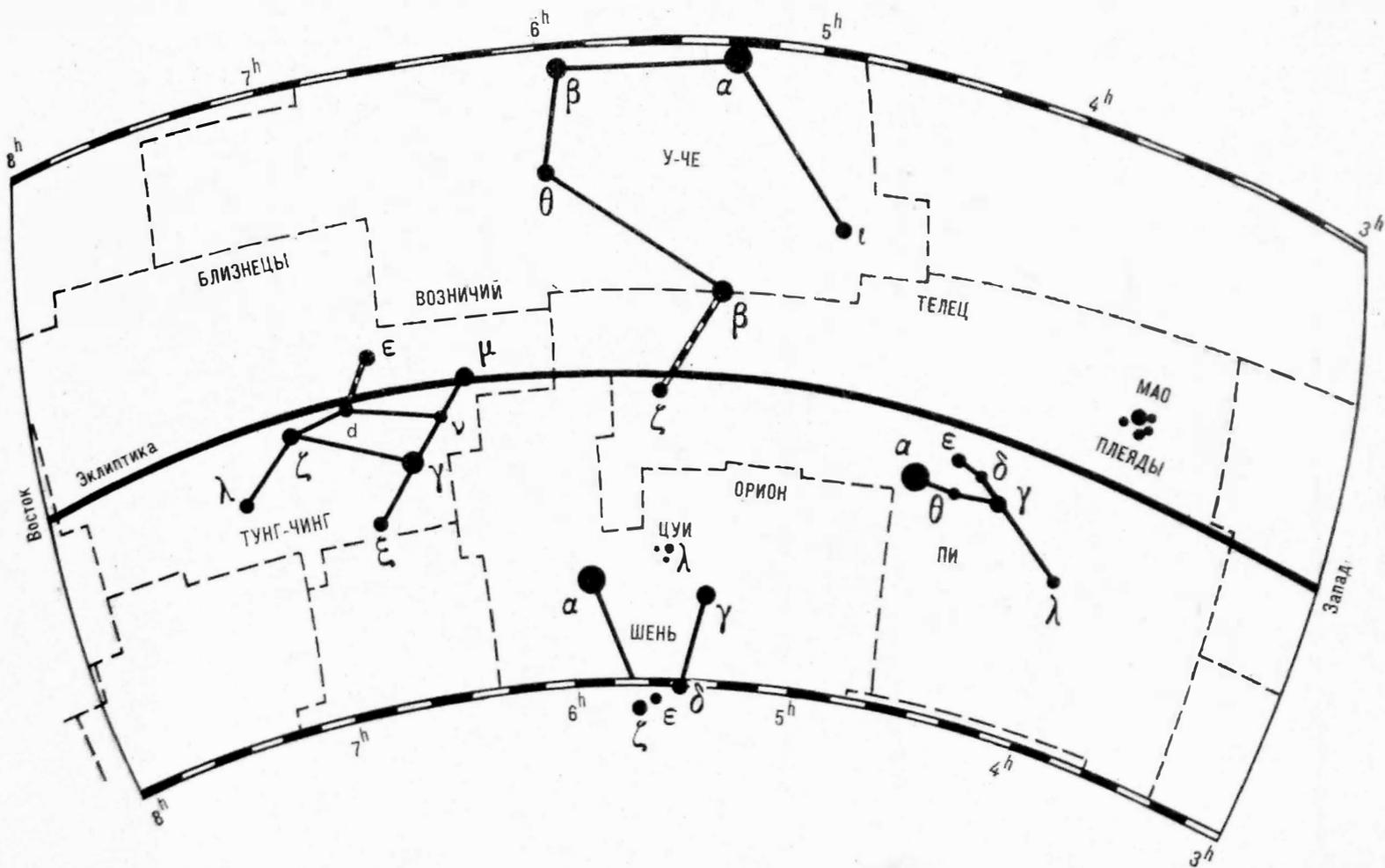
*Звездные окрестности  
Крбовидной туманности (M 1).  
ζ и 126 Тельца — созвездие  
«Тянь-гуань» по Г. Шлегелю.  
Реальный «Небесный барьер»  
образует пара звезд β и ζ Тельца*

се» — эклиптику. Шлегель и другие исследователи считают вторым светилом «барьера» в созвездии Тельца одну из слабых звезд к югу от ζ Тельца. Но нетрудно убедиться, что такие «барьеры» не перегораживают эклиптику. Здесь и заключается источник всей путаницы.

Взглянув на звездную карту, мы немедленно укажем соседнюю с ζ Тельца яркую звезду, которая вместе с ней образует реальный «барьер», запирающий эклиптику. Это β Тельца, вторая по блеску звезда в современном созвездии. Кстати, β и ζ Тельца расположены на рогах быка. Таким образом, у греческих и китайских толкователей звездного не-

вторых, линия между этими звездами обязательно пересекает эклиптику. «Тянь-гуани» действительно играют роль шлагбаумов, перекрывающих в пяти местах «небесное шос-

*На звездной карте с современными границами созвездий обозначены конфигурации китайских созвездий, а также два «Небесных барьера»: ε — δ Близнецов и ζ — β Тельца. Положение эклиптики дается на 1054 год*



ба возникали довольно сходные идеи. «Небесный барьер» в созвездии Девы у китайцев называется еще «Гога» — очевидно, по той же причине.

Почему же о  $\beta$  Тельца забыли? Дело в том, что эта звезда у китайцев входит в созвездие «У-че» («Пять колесниц») и называется «Быстрой колесницей». А еще она называется «Смотрителем». Но может ли  $\beta$  Тельца принадлежать сразу двум созвездиям? Оказывается, одна из ярких звезд «Небесных барьеров» в созвездиях Близнецов и Стрельца тоже входит в состав близлежащего созвездия. Например, «Небесный барьер» в созвездии Стрельца является «рукояткой» созвездия «Нантоу» («Южный Ковш»). И главная звезда «барьера» в полной аналогии с «барьером» в созвездии Тельца носит название «Небесный чиновник». Наше предположение о том, что  $\beta$  Тельца входит в «Небесный барьер», получает, таким образом, существенную поддержку.

Положение «звезды-гостя» в созвездиях китайцы указывали от главной по яркости звезды. Но в нашем случае главной звездой должна быть  $\beta$  Тельца. Указание «юго-восточнее „Тянь-гуаня“ приблизительно в нескольких дюймах» мы уверенно можем истолковывать так: «юго-восточнее  $\beta$  Тельца на расстоянии нескольких градусов». И действительно, в  $7^\circ$  от нее находится Крабовидная туманность.

## ЗВЕЗДА, СИЯВШАЯ ДНЕМ

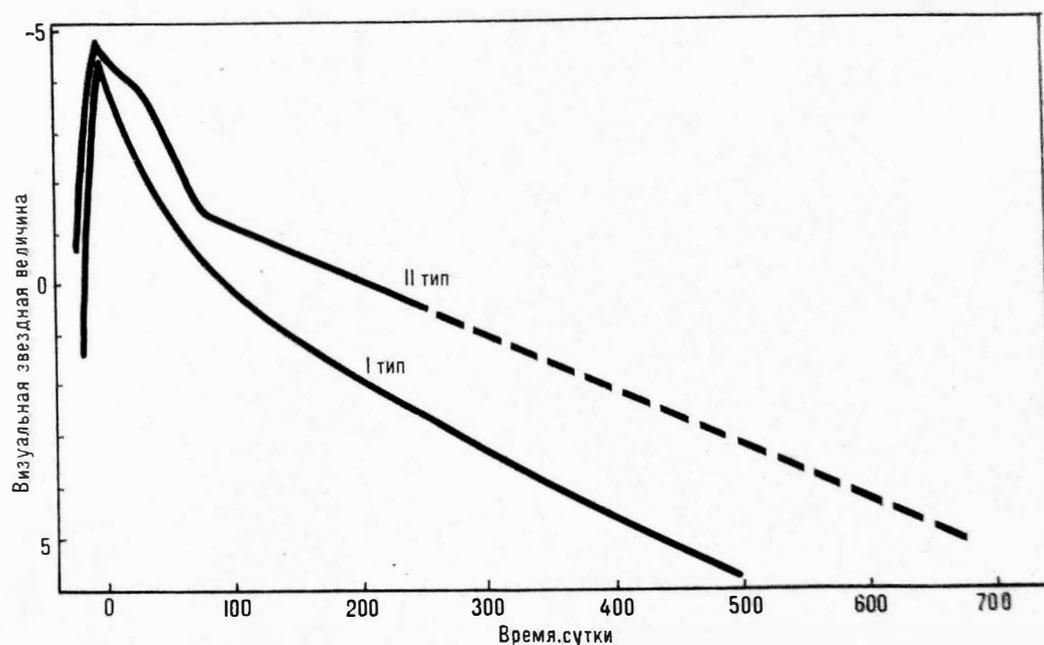
На первый взгляд кажется странным, что о звезде, которую видели почти два года, да к тому же в различных местах земного шара, мы не имеем элементарной информации: какого наибольшего блеска она достигла, как изменялся ее блеск. Хроники не оставили нам прямых сравнений блеска сверхновой с чем-либо, ведь светил ярче Венеры на небе нет, если не считать Луны и Солнца, которые, впрочем и в наше время слишком ярки для аккуратных сравнений.

В одном из первых подробных исследований вспышки 1054 года гол-

ландские ученые — синолог Я. Дивендайк и астроном Я. Оорт, а также астроном из США Н. Мэйолл установили по китайским текстам, что сверхновая появилась около 4 июля 1054 года и была видна днем в течение 23 дней, а ночью — до апреля 1056 года. В японских же текстах говорилось о «звезде-госте», наблюдавшейся в конце мая. Исследователи сочли эти сведения ошибочными, так как 26 мая 1054 года звезда должна была находиться в соединении с Солнцем, то есть восходила и заходила практически вместе с ним, в результате чего оставалась невидимой, хотя и была довольно яркой. Возможно, древний переписчик спутал иероглифы месяцев, само же явление вспышки японцы видели не в конце мая, а месяц спустя.

Чтобы как-то использовать сведения о дневной видимости и почти двухлетней длительности наблюдения сверхновой, Оорт и Мэйолл приняли во внимание, что Венера в дневные часы заметна, если ее блеск превышает  $-3,5^m$ . С другой стороны, в сообщениях, датированных серединой апреля 1056 года, китайские наблюдатели утверждали, что «долго гостившая „звезда-гостя“ стала, на-

*Так выглядели бы кривые блеска сверхновой 1054 года, если бы сверхновая была I или II типа. Время отсчитывается с момента максимума блеска сверхновой*



конец, невидима». Крупный американский специалист по сверхновым Р. Минковский в 1971 году опубликовал исследование, в котором отметил: звезду не смогли наблюдать, когда она достигла  $5^m$  (Минковский учел яркость зодиакального света и Млечного Пути в апреле для широты Кайфына, китайской столицы XI века).

Таким образом, вскоре после ослабления сверхновой до  $-3,5^m$  звезду могли видеть уже только ночью, и в течение 650 суток ее блеск упал на  $8,5^m$ , что составляло  $1,3^m$  за каждые 100 суток в среднем. Подобным темпом среднего ослабления блеска не обладали известные нам галактические сверхновые 1572 и 1604 годов. Сверхновая 1572 года была видна около 500 суток и при этом уменьшила свой блеск на  $10^m$ , то есть блеск ослабевал на  $2^m$  за 100 суток в среднем (Земля и Вселенная, 1973, № 4, с. 44—47.—Ред.). Сверхновая 1054 года угасала значительно медленнее. Если она принадлежала к сверхновым I типа, как и упомянутые выше две галактические сверхновые, то, судя по темпу падения блеска, скорость расширения оболочки должна была составлять 20 000 км/с, что не вяжется с невысокой скоростью расширения Крабовидной туманности (наибольшие скорости волокон в ней немногим более 2000 км/с). А вот сверхновые II типа имеют скорости расширения оболочек 6000—8000 км/с,

что уже ближе к наблюдаемым оценкам скорости расширения Крабовидной туманности. Принадлежность сверхновой 1054 года к иному типу, нежели сверхновые 1572 и 1604 годов, подчеркивается еще и внешним видом туманностей, оставшихся на месте взрыва. Радиоизображения остатков сверхновых 1572 и 1604 годов напоминают оболочку или скорлупу грецкого ореха, тогда как для Крабовидной туманности характерно «сердцевидное» распределение яркости в оптической и радиоволновой полосах спектра.

Следует сказать, что мы не исчерпали еще всю письменную информацию, содержащуюся в китайских текстах. Имеются три текста, один в кайфынской, а два в пекинских летописях, в которых везде говорится, что в 1054 году «было затмение Солнца в дневное время и появилась „звезда-гостья“ в лунном доме Мао», то есть в Плеядах. Эта запись вполне точна: согласно «Канону затмений» Т. Оппольцера, 9 мая 1054 года в послеполуденные часы в Южном Китае действительно произошло солнечное затмение, но о звезде в лунном доме Мао, по-видимому, говорилось ошибочно.

#### НАХОДКА В МАТЕНАДАРАНЕ

Сведения о вспышке 1054 года обладают еще одним загадочным обстоятельством. В отличие от вспышки сверхновой, например, 1006 года, происшедшей в более южной части неба — в созвездии Волка — и все же замеченной не только в дальневосточных регионах, но и в странах арабского мира и даже на территории нынешней Швейцарии, сверхновую 1054 года видели главным образом на Дальнем Востоке. Только совсем недавно в малых хрониках Матенадарана — уникального хранилища древнеармянских документов — обнаружены записи, косвенно свидетельствующие о взрыве сверхновой.

Еще в 1969 году киевский астроном профессор И. С. Астапович и ереванский историк науки Б. Е. Туманян перевели десять небольших текстов астрономического содержания из

древних армянских рукописей Матенадарана IX—XVII веков. В 1974 году И. С. Астапович обратил внимание на одну из цитат, принадлежащую хронике Этума Патмича, которая в переводе гласила: «В 1054 году от Рождества Христова шел пятый год правления римского папы Левона [Льва IX, 1048—1054 гг.] ...В том году на диске Луны появилась звезда, когда было новолуние 14 мая в первой половине ночи». Расчеты И. С. Астаповича, в соответствии с «Канонем затмений» Т. Оппольцера, выявили дату новолуния — 9 мая, 13 часов по Гриничу (это, собственно, был момент того солнечного затмения, которое наблюдалось в Китае).

По мнению киевского астронома, Патмич сообщает о наблюдении сближения Луны со сверхновой, которое состоялось спустя 29 часов после момента новолуния, вечером 10 мая 1054 года, при заходе Луны в Ереване. И. С. Астапович утверждает: молодая Луна в возрасте немногим более суток уже могла быть заметна при заходе Солнца, и звезда, сиявшая рядом с ней, видимо, производила сильное впечатление. Но расстояние между нижним рогом Луны и сверхновой в этот момент было немногим меньше  $2^\circ$ . Отчего же казалось, будто звезда находится на лунном диске? У горизонта, говорит И. С. Астапович, имеются оптические эффекты, которые сокращают расстояние между звездой и Луной: горизонтальный параллакс, например, уменьшает расстояние между ними на градус; кроме того, действуют явления сильной атмосферной рефракции и иррадиации (кажущееся сближение ярких светил малого и большого угловых размеров).

Если принять точку зрения И. С. Астаповича, тогда Патмич наблюдал сверхновую раньше всех, и мы с новым интересом можем обратиться к трем китайским текстам, говорившим о «звезде-гостье» во время солнечного затмения. Дело в том, что во время затмения в лунном доме Мао, упоминаемом в текстах, находилось Солнце, то есть сообщение о лунном доме Мао относилось к положению Солнца, а яркая «звез-

да-гостья» могла быть недалеко, но на своем месте в «Тянь-гуане». Следовательно, сверхновая была в первый раз замечена уже 9 мая 1054 года во время затмения. Максимум блеска сверхновой наступил, по-видимому, тогда, когда ее видели в Армении. Выходит, с 10 мая до 7 июля — целых 57 дней — ее могли, при благоприятном положении относительно Солнца, наблюдать на синем фоне дневного неба. Таким образом, новый анализ фактов свидетельствует о более длительном пребывании сверхновой в фазе высокой яркости, что снова указывает на принадлежность ее ко II типу.

Наконец, есть сведения, достоверность которых доказать трудно, но они очень правдоподобно вписываются в информацию о сверхновой 1054 года.

#### КАМЕННЫЕ ЛЕГЕНДЫ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКОГО НЕОЛИТА

В 1955 году американский археолог У. Миллер, после консультации с астрономом Х. Абтом, опубликовал сообщение о двух наскальных рисунках на севере Аризонской пустыни. В X—XII веках здесь жили индейцы племени навахо. Рисунок в пещере на Белой Столовой Горе изображал молодую Луну, нижний рог которой соединялся с яркой звездой. Рисунок на стене Каньона Навахо, недалеко от этой пещеры, представлял звезду и серп Луны, обращенный в другую сторону, то есть старую Луну. Едва ли художник стал бы рисовать сближение Венеры и Луны, скорее всего его поразило более редкое явление, каким могла быть сверхновая. Поэтому Миллер высказал предположение, что на рисунках изображена сверхновая 1054 года в момент ее сближения с Луной. По исследованиям Мэйолла и Оорта, 4 июля Луна подходила близко к сверхновой. Это сближение состоялось перед новолунием — оно-то и изображено на стене Каньона Навахо. Что касается рисунка в пещере, то Миллер и другие исследователи полагали, что древний художник спутал и перевернул изображение Луны,



Наскальные изображения Луны и сверхновой. Слева — рисунок в пещере на Белой Столовой Горе, справа — рисунок на стене Каньона Навахо

рисую по памяти. Ведь так часто случается и сейчас, когда людям показывают изображение лунного серпа, а затем просят по памяти воспроизвести рисунок...

Но сопоставление древнего человека, подлинного сына природы, с нынешним рассеянным его потомком — вряд ли правильно. Художник из неолита был по-своему высококультурен и мудр. И Луна в его эпоху служила не просто ночным «светильником», а еще и часами и календарем. По положению Луны над горизонтом и ее фазе человек мог судить о времени суток и дне в лунном месяце. Спутать молодую Луну со старой — все равно, что спутать начало месяца

с его концом. К тому же старая Луна видна под утро, а молодая — вечером. Лунный календарь древний художник должен был знать досконально и напутать не мог.

Выходит, изображения запечатлели два разных события? И. С. Астапович заметил, что рисунок молодой Луны в пещере соответствует сближению Луны со сверхновой 10 мая 1054 года. По условиям видимости, сближение наблюдали в Армении при заходе Луны, а в Аризоне в это время был день, следовательно, звезда оказалась настолько яркой, что привлекла к себе внимание. Ширина серпиков обоих изображений, то есть фазы Луны, вполне соответствуют моментам 10 мая и 4 июля 1054 года.

И тем не менее истолкование наскальных рисунков довольно условно. Неизвестный художник дал максимум возможной информации, а мы пытаемся ее расшифровать так, как нам удобнее. Должны ли мы пренебрегать этими «каменными» ле-

гендами? Ни в коем случае. Мы обошлись бы и без рисунков древнего художника, но они вполне вписались в известные нам теперь сведения. Это дает надежду на то, что и в других случаях наскальные рисунки, может быть, еще сослужат службу.

В США радиоастрономы Д. Брандт и С. Маран в содружестве с археологами предприняли поиски наскальных рисунков с астрономическими мотивами. Изображения Луны в многочисленных скальных «картинных галереях» оказались чрезвычайно редки. Другие рисунки к уже известным фактам не прибавили ничего нового.

Профессор Брандт считает, что наскальные рисунки могут дать нам информацию о вспышках сверхновых, случившихся десятки тысяч лет до новой эры. Действительно, около 10 000 лет назад в южном созвездии Парусов была вспышка сверхновой, достигшая блеска полной Луны. После нее остались туманность Паруса-Х и пульсар. А примерно 60 000 лет назад в созвездии Близнецов произошла вспышка сверхновой немного меньшей яркости, после которой остались пульсар и туманность IC 443.

Если посчастливится в пещерах тропического пояса или южного полушария найти рисунки с изображением вспышки в созвездиях Парусов или Близнецов и датировать их, то мы сможем узнать возраст сверхновой. Это существенно уточнит наши расчеты эволюции сверхновых и пульсаров на интервалах в десятки тысяч лет.

## РЕЙСЫ КОРАБЛЕЙ НАУКИ (ИЮНЬ—ДЕКАБРЬ 1981 ГОДА)

Во второй половине 1981 года научно-исследовательский флот Академии наук СССР и академий наук союзных республик продолжал исследования Мирового океана и окраинных морей по национальным и международным программам.

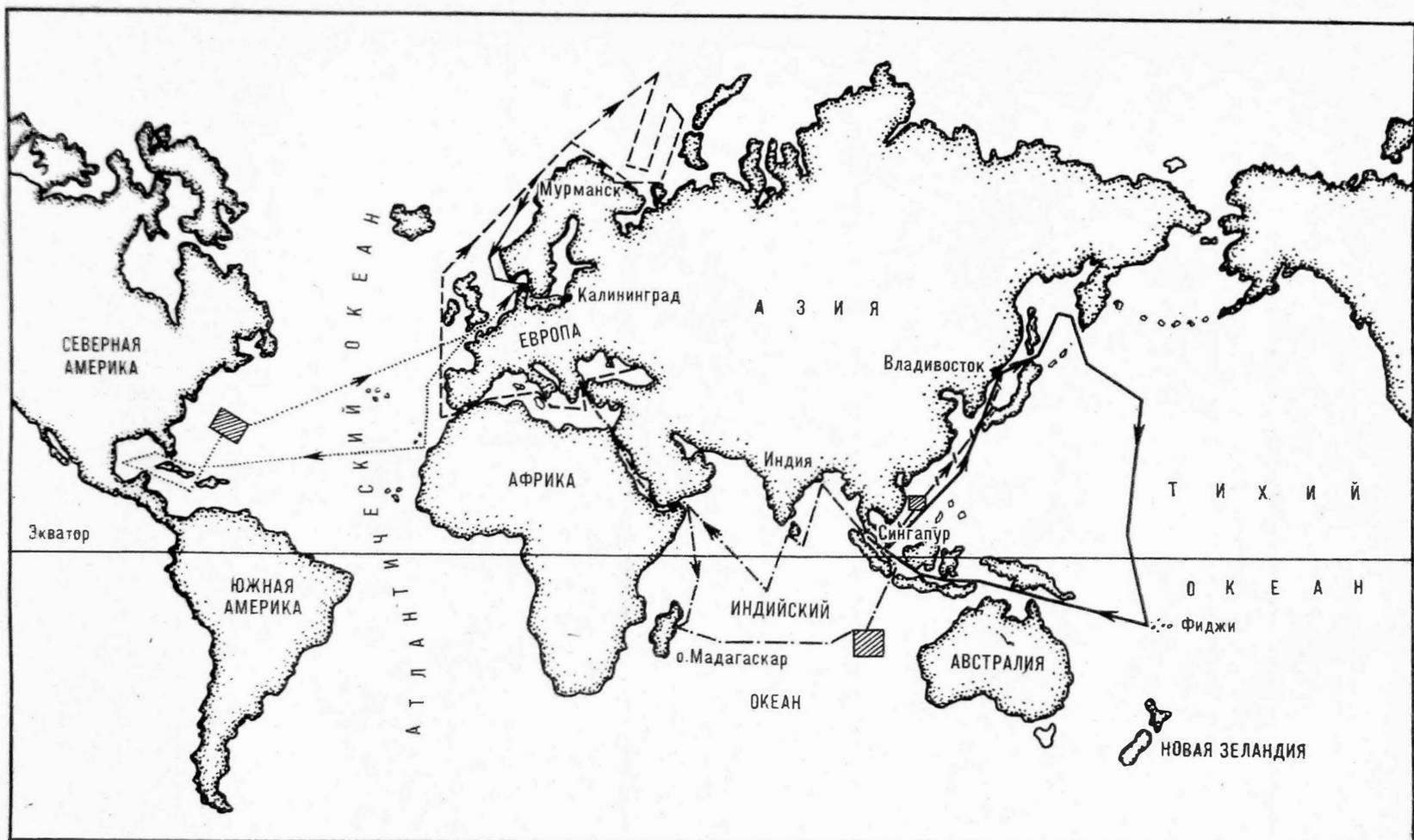
К тому времени состав флота Академии пополнился новым научно-

исследовательским судном «Академик Мстислав Келдыш» (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 66.—*Ред.*). Судно провело два рейса в Атлантике, исследуя динамические шумы, рассеяние и отражение звука дном и толщей океана, взаимодействие микроструктуры и внутренних волн.

Экспедиция на корабле «Профессор Штокман» (Институт океанологии АН СССР) работала в Баренцевом море. Изучалось строение осадочной толщи и земной коры на основных тектонических структурах и

на нескольких участках, наиболее перспективных в нефтегазоносном отношении. Проведены сейсмическая съемка общей протяженностью около 9000 км, глубинное сейсмическое зондирование, геомагнитные и геотермические измерения.

В северо-западной части Тихого океана Институт океанологии АН СССР проводил наблюдения на двух судах — «Академик Курчатов» и «Дмитрий Менделеев». Предстояло исследовать характеристики океана и гидрологических полей в зоне по-



**Маршруты**  
научно-исследовательских судов.  
Заштрихованные прямоугольники —  
полигоны, где проводились  
исследования

..... «Академик М.Келдыш»      — / — / «Каллисто»  
 - - - - «профессор Штокман»      ————— «Академик Курчатов»  
 - · - · «Академик Вернадский»      и «Д.Менделеев»

лярного фронта. Сюда входило экспериментальное изучение синоптических возмущений (рингов, вихрей открытого океана), внутренних гравитационных волн, полей температуры, электропроводности и течений. На основе полученных данных предложена реальная схема субарктической фронтальной зоны, объединяющая структуру водных масс, систему течений и фронтальных разделов.

Научно-исследовательское судно «Академик Вернадский» Морского гидрофизического института АН УССР работало в Индийском океане. В рейсе проведены комплексные океанографические и геофизические исследования на полигоне в районе банки Сая-де-Малья, а также в интересах рыбного промысла выполнены два гидрологических разреза около Западной Австралии. На атоллах и рифах ботаники собрали в Индийском океане несколько десятков тысяч образцов растений и животных.

Для разработки методов и средств комплексного изучения Черного и

Средиземного морей и Восточной Атлантики совершало плавание судно того же института «Михаил Ломоносов». Получен материал, позволяющий интерпретировать результаты дистанционных измерений гидрофизических характеристик.

На борту научно-исследовательского судна «Аю-Даг» (Институт термофизики и электрофизики АН ЭССР) продолжали изучать в открытой части Балтийского моря геофизические поля и оптические свойства водных масс, а также содержание токсических веществ в экосистеме моря. Путно в условиях Балтийского моря в летне-осенний сезон выявляли взаимосвязи между гидрологическими, оптическими и химическими процессами.

Вновь отправилась в плавание по Балтике парусно-моторная немагнитная шхуна «Заря» (Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР). Получен интересный материал для магнитной картографии, в частности для построения сводной карты составляющих магнитного поля Земли для акватории Балтийского моря в масштабе 1 : 1000000.

Экспедиция на «Каллисто» Даль-

невосточного научного центра АН СССР работала в Охотском, а затем в Южно-Китайском море. На первом этапе изучались коренные породы дна, благодаря чему был подготовлен материал для составления геологической карты Охотского моря. Кроме того, исследовались строение верхней части земной коры и накопление наиболее важных компонентов (в частности, органических углеродов) в современных и древних осадках. На втором этапе методами гравиметрии, магнитометрии и непрерывного сейсмического профилирования с эхолотным промером отрабатывался региональный профиль через всю акваторию моря.

Судно Тихоокеанского океанологического института Дальневосточного научного центра АН СССР «Профессор Богоров» побывало в северо-западной части Тихого океана, а также в Охотском и Японском морях. Получены новые данные о характеристиках мезо- и микромасштабных возмущений гидрофизических полей в типичных районах субарктической зоны.

**А. А. ГОНЧАРЕНКО**

6 декабря 1981 года был поднят Государственный флаг на новом научно-исследовательском судне «Витязь». Это уже четвертое поколение «Витязей». На первом из них плавал знаменитый путешественник Н. Н. Миклухо-Маклай, на втором — крупный ученый и адмирал С. О. Макаров. Недавно закончил свою тридцатилетнюю службу третий «Витязь», который встал на вечную стоянку в Калининграде.

Новое судно построено в городе Щецине (ПНР) для Института океанологии АН СССР и приписано к порту Новороссийск. Комплексные научно-исследовательские работы на глубине до 250 м судно может выполнять на ходу, в дрейфе и во время якорных стоянок. Корабль оборудован исследовательскими лебедками с гидравлическим приводом и другим специальным оборудованием и аппаратурой, электронным вычислительным центром, лабораториями для наблюдений и проведения биологических, гидрофизических, геофизических, метеорологических и геологических работ.

При скорости 14 узлов дальность плавания составляет 17 600 миль, корабль может брать на борт запасов продуктов более чем на два месяца. Экспедиционное снаряжение и оборудование хранится в носовом и кормовом трюмах. На судне установлены два главных двигателя мощностью 3200 э. л. с., имеется два обтекаемых руля полуподвесного, полубалансирного типа. В носовой части установлено также подруливающее устройство. Судно оборудовано четырьмя легкими механизированными стрелами в носовой и кормовой частях. Кроме двух якорей в носовой части один якорь располагается на корме по правому борту. Судно оснащено современной электро-радионавигационной аппаратурой.

Наличие на борту глубоководного водолазного комплекса — особенность нового «Витязя». При необходимости водолазы могут погружаться на глубину до 250 м. Комплекс расположен в кормовой части судна в отдельном



помещении и состоит из гипербарической камеры с тремя отсеками, где размещаются четыре водолаза; водолазного колокола, позволяющего транспортировать трех водолазов на глубину; газохранилища для баллонов гелия, азота, воздуха и дыхательных смесей; помещения для хранения баллонов с кислородом; системы жизнеобеспечения; поста газоанализа. Водолазы могут длительное время жить в гипербарической камере, не поднимаясь на поверхность. Отсюда, используя колокол, они отправляются к намеченному для работ участку морского дна. Под тем же колоколом они возвращаются обратно в свое подводное «жилище». Судно при этом может перейти в другой район и там продолжить наблюдения. Водолазам, постоянно находящимся под высоким давлением в барокамере, уже не требуется длительная подготовка для спуска на большие глубины. Для погружения и подъема водолазного колокола, а также подводного обитаемого аппарата на корме судна установлена П-образная рама с гидравлическим приводом.

В январе этого года новый «Витязь» вышел в свой первый рейс в Атлантический океан.

**А. И. ЧИБОВ**

### **ЗАГРЯЗНЕНИЕ СЕВЕРОАФРИКАНСКОГО ШЕЛЬФА**

На одном из участков средиземноморского побережья Африки недавно были организованы стационарные

наблюдения загрязненности морской воды нефтепродуктами. Наблюдения, выполнявшиеся в прибрежной полосе длиной 7 км и охватившие 20-метровую толщу воды, продолжались около трех лет. Н. А. Айбулатов, И. А. Немировская, М. П. Нестерова (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР), произведя детальный анализ данных, обнаружили, что нефтяное загрязнение представлено здесь разнообразными формами: в виде пленок, смоляных комочков и смоляных «шаров». Поражает довольно высокая концентрация комочков и «шаров» — на 1 км берега и шельфа до глубины 6 м она колеблется от 3600 до 13 260 кг. Доля тяжелых фракций (смоли, асфальтенов), особенно вредно сказывающихся на морских организмах, в этих образованиях весьма велика — в «шарах» она составляет 50—60%.

Механизм образования комочков и «шаров» сложен. Нефть, попадая в море и растекаясь по поверхности воды, образует пленки. При скоплении больших масс на ограниченной поверхности нефть смешивается с водой и образует эмульсии «вода в масле». Эмульсии сорбируют на себе взвешенные минеральные и органические частицы, постепенно уплотняются и превращаются в твердые комочки и «шары», после чего оседают на дно, а затем выбрасываются волнами к берегу.

Еще в 1973 году по решению Международной морской консультативной комиссии Средиземное море было выделено в особую зону, свободную от загрязнения. Но, к сожалению, превентивные мероприятия не привели к ощутимым результатам. Масштабы загрязнения шельфовой зоны североафриканского побережья столь велики, что стали сказываться даже на естественных процессах осадконакопления. По мнению академика А. В. Сидоренко, в геологии должна сформироваться новая комплексная отрасль — техническая геология, изучающая и прогнозирующая последствия хозяйственной деятельности человека.

Океанология, 1981, 5



Доктор физико-математических наук  
В. К. АБАЛАКИН

## Иван Данилович Жонголович

(к 90-летию со дня рождения)

Немногим ученым выпадает счастье быть свидетелями бурного развития избранного ими научного направления. Казалось бы, меньше всего шансов предоставляет геодезия — наука сугубо земная, освященная веками астрономо-геодезических изысканий. И тем не менее виднейший советский геодезист, гидрограф и астроном, заслуженный деятель науки РСФСР, профессор Иван Данилович Жонголович был не только очевидцем стремительного прогресса геодезии, но и одним из основателей космической геодезии — нового направления в этой классической отрасли наук о Земле.

Иван Данилович Жонголович родился 20 февраля 1892 года в Гродно в семье врача Даниила Львовича Жонголовича и учительницы музыки Станиславы Ивановны Жонголович. В 1910 году, окончив с серебряной медалью гимназию в городе Чите, Иван Данилович поступил на физико-математический факультет Московского университета, а спустя два года перешел в Петербургский университет, где стал изучать астрономию. В университете было у кого поучиться: основные курсы по астрономии и геодезии читали профессор С. П. Глазенап и профессор А. А. Иванов, курс по теории приливов и теории фигуры Земли вел профессор В. В. Серафимов, профессор В. В. Ахматов преподавал студентам курс обработки астрономических наблюдений, а приват-доцент Н. А. Тачалов руководил практическими занятиями в астрономической обсерватории университета. На факультете преподавали виднейшие математики и механики — академики В. А. Стеклов и А. А. Марков, профессор Д. К. Бобылев.



*Иван Данилович  
Жонголович (1892—1981)*



В 1916 году после окончания Петербургского университета И. Д. Жонголович был призван на военную службу. Поступив на Курсы гардемарин флота, Иван Данилович в течение года изучал военно-морское дело, мореходную астрономию и навигационные приборы, гидрографию. После нескольких учебных плаваний военный гидрограф И. Д. Жонголович получил назначение в Главное гидрографическое управление флота. Осенью 1918 года его командируют в Пулковскую астрономическую об-

*В астрономической обсерватории Петербургского университета. Сидят (слева направо): П. В. Ениш, С. П. Глазенап, А. А. Иванов, Я. И. Беляев. Стоят (слева направо): П. П. Предтеченский, С. М. Селиванов, М. А. Эльтеков, И. Д. Жонголович, С. С. Гальперсон, М. А. Вильев, Б. В. Новопашенный, С. Г. Натансон (1914 г.)*

серваторию для совершенствования в практической астрономии и геодезии.

В 1921 году И. Д. Жонголович защитил диссертацию на тему «Относительные определения силы тяжести приборами Штюккрата в Петрограде, Пулкове и Петергофе», за которую ему присудили звание военного геодезиста-гидрографа. С 1921 по 1930 год он принимал участие в гидрографических высокоширотных экспедициях по Белому, Баренцеву и Карскому морям, по Енисею и Печоре. Его обширные и детальные изыскания, связанные с астрономо-геодезическим обеспечением гидрографических ра-

бот, и большие ряды магнитных и гравиметрических измерений были удостоены в 1930 году Большой серебряной медали имени Семенова-Тян-Шанского — награды Географического общества СССР. Именем И. Д. Жонголовича названы группа островов, остров и бухта в архипелаге Новая Земля.

С 1930 по 1934 год Иван Данилович участвовал в ежегодных памирских и таджикских экспедициях Академии наук СССР, организованных академиком Н. П. Горбуновым. В этих экспедициях Иван Данилович выполнял астрономо-геодезические, магнитные и гравиметрические измерения в труднодоступных районах на высоте до 6000 м над уровнем моря.

Давнее стремление к исследованию Арктики привело Ивана Даниловича на ледокольный пароход «Садко». В 1935—1938 годах это судно участвовало в трех комплексных экспедициях, проходивших в Гренландском, Баренцевом и Карском морях, в море Лаптевых, на Земле Франца-Иосифа, Новой Земле и Северной Земле. Выполненные Иваном Даниловичем астрономо-геодезические работы, гидрографические и геофизические изыскания внесли огромный вклад в решение практических задач, с которыми было связано изучение и освоение Северного морского пути.

И. Д. Жонголович активно участвовал в подготовке первой советской экспедиции «Северный полюс», возглавленной И. Д. Папаниным. Для астрономических определений координат дрейфующей льдины Иван Данилович предложил метод высотных линий положения. Чтобы облегчить и ускорить обработку таких наблюдений, он подготовил специальные «астрографики», которые с успехом применялись в течение всей экспедиции.

В это же время Иван Данилович изучал гравитационное поле арктических районов Земли. Он и его ученики определили ускорение силы тяжести в сотнях пунктов от Шпицбергена до Новосибирских островов. Исследования, выполненные Иваном Даниловичем в ходе исторического дрейфа трех ледокольных парохо-

дов — «Седова», «Садко» и «Малыгина», способствовали успешному определению гравитационного поля в просторах Арктики. На основе обширных гравиметрических исследований и работ по теоретической гравиметрии Иван Данилович написал докторскую диссертацию, которую защитил уже после Великой Отечественной войны — в 1946 году.

Исследуя гравитационное поле над водами Арктики, Иван Данилович первым в мире применил на судах, заходящих за кромку полярных льдов или дрейфующих в ледяных полях, маятниковые приборы Венинг Мейнеса, предназначенные для подводных лодок и не требующие неподвижной установки (Земля и Вселенная, 1967, № 2, с. 72—74.—Ред.). Основы интерпретации таких измерений силы тяжести на море заложены И. Д. Жонголовичем в теоретических исследованиях — «Колебания маятника на подвижной подставке» (1941 г.) и «О редуциях силы тяжести» (1949 г.).

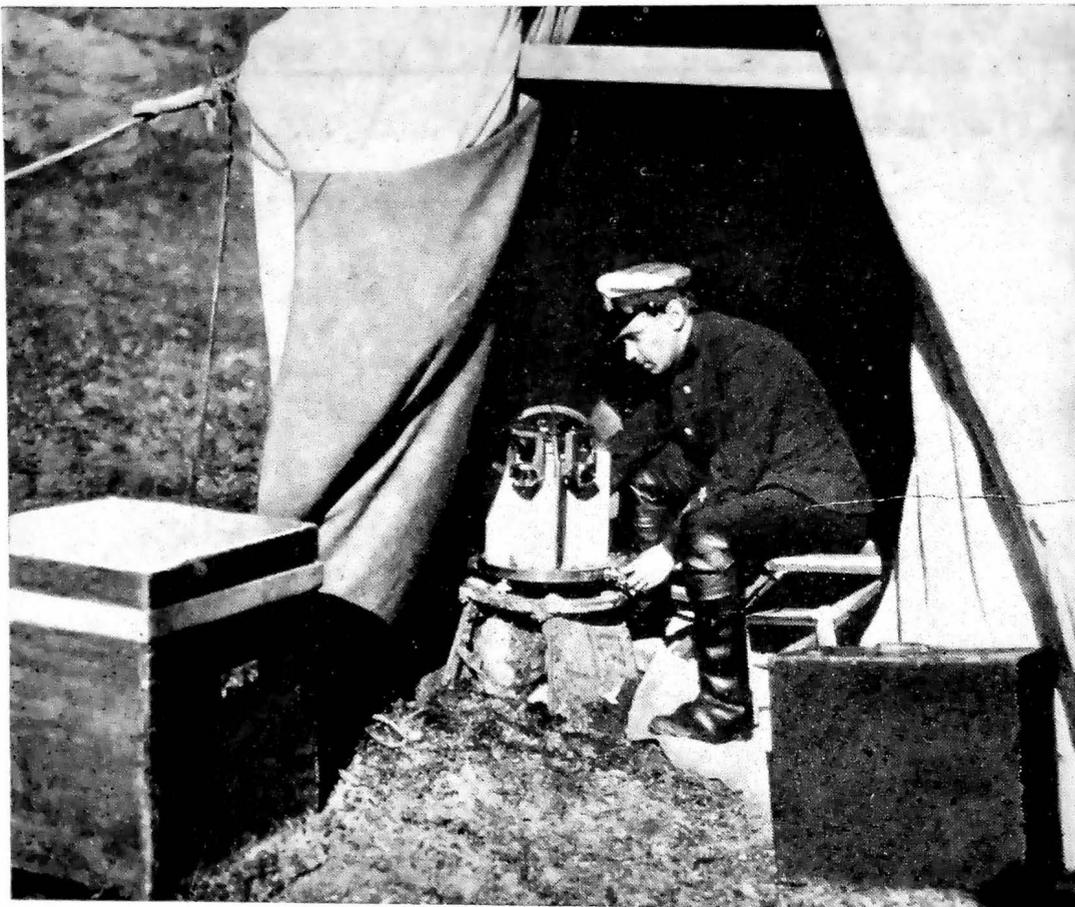
И. Д. Жонголович уделял много времени и сил подготовке научных кадров. В 1922—1938 годах он читал в Военно-морской академии имени К. Е. Ворошилова лекции по теоретической механике, математике и астрономии. В 1930 году его пригласили на должность профессора кафедры геодезии и гравиметрии в Ленинградский университет. Иван Данилович читал в университете курс высшей геодезии и курсы практической астрономии и теоретической механики. Увлеченность предметом, большие знания, преподавательский талант чувствовались в каждой лекции Ивана Даниловича.

Более 60 лет жизни отдал И. Д. Жонголович Астрономическому институту (ныне Институт теоретической астрономии АН СССР). Здесь он работал с 1920 года, то есть буквально с первых дней основания института, по 1981 год, пройдя путь от младшего научного сотрудника до заведующего отделом и заместителя директора. И. Д. Жонголович организовал в 1930 году издание «Морского астрономического ежегодника», а в 1935 году — «Авиационного астрономического ежегодника». И, безус-

ловно, велика его заслуга в том, что эти ежегодники не уступают аналогичным зарубежным изданиям, а в некоторых практических аспектах даже превосходят их.

В годы Великой Отечественной войны Иван Данилович оставался в Ленинграде, руководя Ленинградским отделением Астрономического института (часть сотрудников эвакуировалась в Казань). В тяжелейших условиях блокады сотрудники института подготовили и издали специальные эфемеридные материалы для геодезических частей Красной Армии, навигационные пособия для штурманов Военно-морского и Военно-воздушного флота СССР, а также баллистические таблицы (общим объемом свыше 400 печатных листов) для дальнобойной артиллерии. И это — не считая выпуска такого фундаментального издания, как «Астрономический ежегодник СССР» на 1942 и 1943 годы!

Глубокие знания и огромный опыт, накопленный Иваном Даниловичем в практической гравиметрии, позволили ему уточнить систему фундаментальных астрономических и геодезических постоянных, характеризующих Землю как планету в целом и зависящих от ее внешнего гравитационного поля. В 1952 году он опубликовал капитальный труд «Внешнее гравитационное поле Земли и фундаментальные постоянные, связанные с ним», который основан на точном анализе результатов мировой гравиметрической съемки, охватывающей более 26 000 пунктов! Иван Данилович представил потенциал внешнего гравитационного поля Земли разложением в ряд по сферическим гармоникам до восьмого порядка включительно, привел наиболее вероятные числовые значения таких фундаментальных постоянных, как сжатие планетарного эллипсоида, масса и средняя плотность Земли, разности ее моментов инерции. В 1956 году появилась новая работа Ивана Даниловича — «Об определении размеров общего земного эллипсоида». В ней он доказал, что нельзя определить точные размеры Земли только на основе астрономо-геодезических измерений, полу-



*И. Д. Жонголович измеряет силу тяжести на Новой Земле (30-е годы)*

ченных при триангуляциях, необходимо знать внешнее поле силы тяжести Земли. По результатам гравиметрических измерений И. Д. Жонголович предложил вычислять сжатие земного эллипсоида, а по результатам астрономо-геодезических наблюдений — большую полуось эллипсоида. Иллюстрируя возможности своей методики, Иван Данилович обработав результаты астрономо-геодезических определений направления отвесных линий на территории США и Канады и материалы градусных измерений дуги меридиана «от Северного Ледовитого океана до устья Дуная», выполненных «усилиями геометров трех народов» в середине XIX века. За эту работу Географическое общество СССР присудило Ивану Даниловичу Жонголовичу Золотую медаль имени Н. С. Пржевальского.

За полтора года до запуска первого искусственного спутника Земли И. Д. Жонголович в статье «Потенциал земного притяжения» писал:

«...необходимо иметь достаточно детальное выражение для потенциала земного притяжения, когда переходим к рассмотрению более близких объектов, как, например, возможные искусственные спутники Земли». Уже в то время Иван Данилович предвидел, сколь мощным орудием научного исследования в области геодезии будут искусственные спутники Земли, и потому он с юношеским задором взялся за фундаментальные разработки в новой научной области. Их итоги подведены в трудах «Возмущения искусственного спутника в гравитационном поле Земли» и «Средние элементы орбит искусственных спутников Земли», представляющих ценный вклад в прикладную небесную механику. На основе изучения динамики движения искусственных спутников Иван Данилович уточнил параметры внешнего гравитационного поля Земли. Он также определил численные значения трех важнейших параметров, характеризующих сжатие Земли и несимметричность ее северного и южного полушарий.

Стремясь к максимальной рационализации расчетов в космической

геодезии, Иван Данилович вместе со своим учеником В. М. Амелиным составил серию специальных практических пособий и руководств по определению орбит и вычислению эфемерид искусственных спутников Земли. Наибольший интерес для специалистов представил «Сборник таблиц и номограмм для обработки наблюдений искусственных спутников Земли», опубликованный в Советском Союзе в 1960 году и через год переизданный в Великобритании.

Появление радиотехнических средств наблюдения искусственных спутников Земли открыло новый этап исследований в области космической геодезии. Теперь проблема определения размеров, фигуры и гравитационного поля Земли входит составной частью в комплексную проблему геодинамики (Земля и Вселенная, 1975, № 4, с. 6—14.—Ред.), решить которую можно, лишь используя все способы наблюдений искусственных спутников Земли — фотографические, радиолокационные, доплеровские и лазерные, а также радиоастрономические наблюдения квазаров, выполненные на радиоинтерферометрах со сверхдлинной базой. На основе синхронных фотографических и лазерных наблюдений искусственных спутников Земли Иван Данилович предложил определять длины и направления земных хорд, протяженностью 10 000 км. Разработанная им методика была использована при наблюдениях 19 прохождений спутника ГЕОС-Б над пунктами Сан Фернандо (Испания) и Верхний Прованс (Франция). Иван Данилович вычислил длину хорды между этими пунктами — 1306 км с погрешностью 2 м!

В 1969 году И. Д. Жонголович выдвинул смелый проект — «Геодезический векторный ход Арктика — Антарктике», по которому предстоит измерить земную хорду, простирающуюся от острова Шпицберген до острова Кергелен (Земля и Вселенная, 1977, № 5, с. 34—41.—Ред.). Этот проект сначала был утвержден как совместное астрономо-геодезическое предприятие геодезических служб и академий наук стран социалистического содружества, а затем принял еще более широкий характер в со-

ответствии с решениями XIII сессии Комитета по исследованию космического пространства в мае 1970 года.

В последние годы Иван Данилович с увлечением работал над созданием метода, который позволит с большой точностью определить длины и направления земных хорд, положения полюсов и изменения скорости вращения Земли. Благодаря этому появятся предпосылки для построения наиболее точной модели инерциальной небесной системы координат.

И в преклонном возрасте Иван Данилович отличался веселым характером, живо интересовался всем новым в науке, технике, искусстве и литературе. Он обладал бесценным качеством подлинного исследователя: умел привести к уровню практической применимости самые, казалось бы, абстрактные схемы и построения.

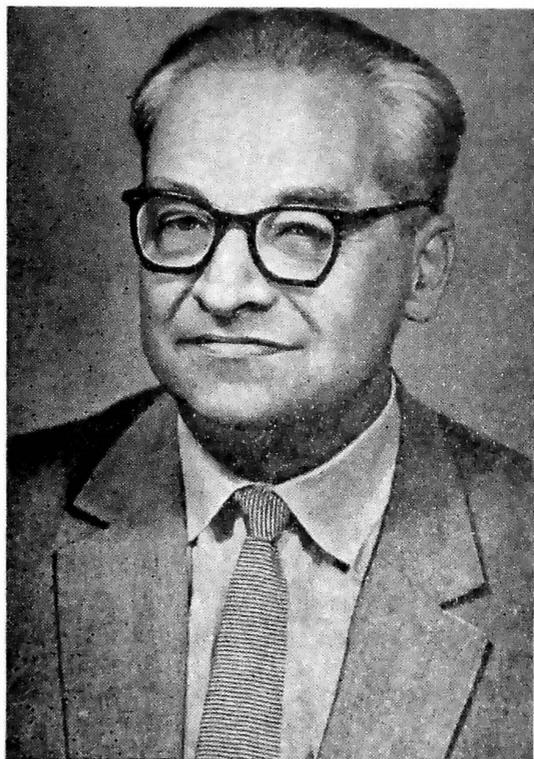
Огромная научная и общественная работа Ивана Даниловича Жонголовича была отмечена орденом Ленина, орденом Трудового Красного Знаме-

ни, орденом «Знак Почета», многими медалями СССР.

И. Д. Жонголович самоотверженно работал до последнего часа своей жизни. Он умер 29 июля 1981 года, не дожив полгода до организованного в его честь международного симпозиума «Современные методы в астрономии и геодезии». Астрономы увековечили память об Иване Даниловиче Жонголовиче, назвав его именем малую планету № 1734.

---

**АКАДЕМИК В. А. КОТЕЛЬНИКОВ — ЛАУРЕАТ ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ им. М. В. ЛОМОНОСОВА**



Президиум Академии наук СССР присудил Золотую медаль имени М. В. Ломоносова за 1981 год академику В. А. Котельникову за выдающиеся достижения в области радиофизики, радиотехники и электроники.

Вице-президент Академии наук СССР, академик Владимир Александрович Котельников — выдающийся советский ученый, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР — широко известен своими фундаментальными исследованиями ряда проблем радиофизики, радиотехники и электроники. Идеи В. А. Котельникова в области приема слабых сигналов послужили основой для создания им нового научного направления — планетной радиолокации.

---

**ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ АН СССР Э. Р. МУСТЕЛЬ — ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ ИМЕНИ А. А. БЕЛОПОЛЬСКОГО**



В 1979 году Президиум Академии наук СССР учредил новую именную премию в области астрофизики — премию имени А. А. Белопольского. Академик Аристарх Аполлонович Белопольский (1854—1934) — основатель отечественной астроспектроскопии — известен своими исследованиями Солнца, двойных и переменных звезд, определениями лучевых скоростей звезд.

В 1981 году Президиум Академии наук СССР впервые присудил премию имени А. А. Белопольского видному советскому астрофизику члену-корреспонденту АН СССР Эвальду Рудольфовичу Мустелю за цикл работ по спектроскопическим исследованиям новых и сверхновых звезд.

---



Кандидат  
физико-математических наук  
Л. М. ГИНДИЛИС

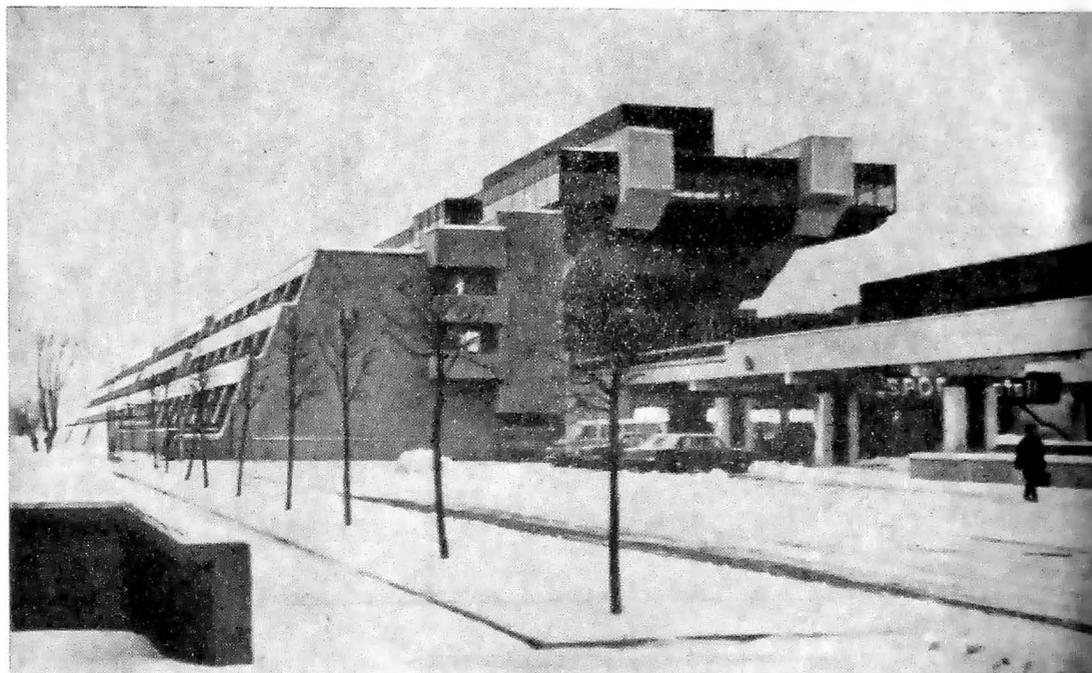
## Поиск разумной жизни во Вселенной

### ОТ БЮРАКАНА ДО ТАЛЛИНА

С 8 по 11 декабря 1981 года в Таллине состоялся 2-й Всесоюзный симпозиум «Поиск разумной жизни во Вселенной». Сокращенно — SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) — поиск внеземного разума. В последние годы этот термин приходит на смену ранее употреблявшемуся термину CETI (Communication with Extraterrestrial Intelligence), то есть связь с внеземными цивилизациями. Логично предположить, что поиск, в той или иной форме, должен предшествовать установлению связи. По-видимому, это и обусловило переход к термину SETI. Но есть и другая сторона вопроса: если связь мы понимаем главным образом как радиосвязь, то поиск можно вести и в более широком направлении.

Симпозиум был организован Академией наук СССР, Академией наук Эстонской ССР и Минвузом РСФСР. В его работе приняли участие около 200 ученых из Москвы, Горького, Ленинграда, Киева, Харькова, Таллина, Тарту, Вильнюса и других городов, а также 19 зарубежных ученых из Болгарии, Венгрии, Польши, США, Франции и Японии. Особенно представительной была американская делегация, которую возглавлял Ф. Дрейк. Еще в 1960 году он провел первые поиски радиосигналов от звезд на волне 21 см (проект «Озма»).

Первое всесоюзное совещание по проблеме внеземных цивилизаций состоялось в 1964 году в Бюраканской астрофизической обсерватории АН АрмССР. Спустя 7 лет, в сентябре 1971 года, там же проходила первая советско-американская кон-



*Центр парусного спорта,  
в котором проходили  
заседания симпозиума*

ференция SETI (Земля и Вселенная, 1972, № 2, с. 49—53; № 3, с. 48—54.— Ред.). В 1975 году на вновь открытой Специальной астрофизической обсерватории АН СССР, в конференц-зале башни 6-метрового телескопа, работала Всесоюзная школа-семинар SETI (Земля и Вселенная, 1976, № 4, с. 68—71.— Ред.). Следует также отметить тематический симпозиум «К. Э. Циолковский и научные проблемы поиска внеземных цивилизаций», проходивший в Калуге в 1980 и 1981 годах. И вот — Таллин, декабрь 1981 года.

С момента совещания в Бюракане прошло немногим более семнадцати

лет. Конечно, для такой фундаментальной проблемы, как поиск внеземных цивилизаций, этот срок ничтожно мал, но все же можно подвести некоторые итоги. За прошедшие годы сформулирована задача исследований, очерчен круг проблем, намечены основные направления работ. Было выполнено несколько экспериментов, связанных с поиском сигналов в радио- и оптическом диапазонах, проанализированы характеристики некоторых пекулярных (особых) объектов с целью проверки их возможной искусственной природы.

Часто приходится слышать: почему до сих пор не обнаружены сигналы внеземных цивилизаций? Не означает ли это, что мы — единственные разумные существа Вселенной? По этому поводу неоднократно разъяснялось, что проблема обнаружения



*Дж. Тартер перед выступлением*

сигналов очень сложна. Мы не знаем, на какой частоте (или даже в каком диапазоне) следует искать сигналы внеземных цивилизаций, не знаем направления и времени их прихода. Неизвестны и многие другие параметры, например: мощность передатчика и тип модуляции. Поэтому

*«Космический стог сена». Изображена часть пространства поиска, характеризующая тремя параметрами: частотой сигнала, мощностью передатчика (или чувствительностью приемной системы) и направлением в пространстве*

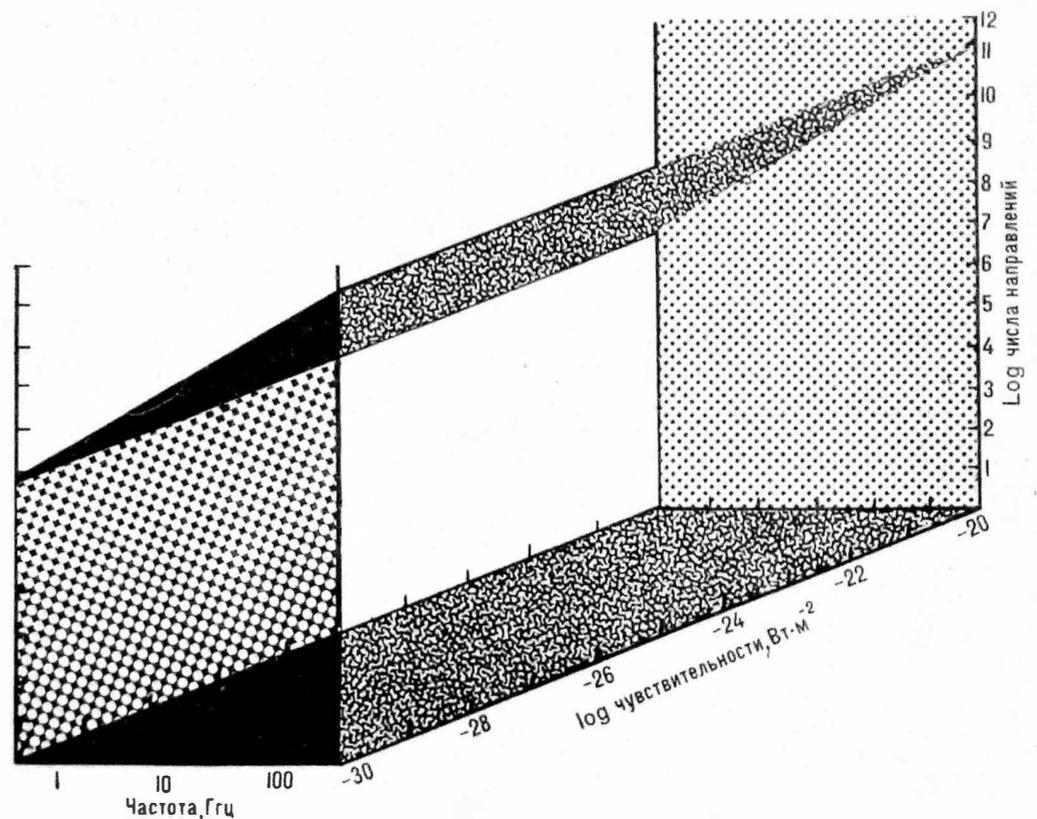
поиск сигналов внеземных цивилизаций образно сравнивают с поисками иголки в стоге сена. Как же далеко продвинулись мы в переборке, так сказать, «космического стога»? Забегая вперед, отметим — этот вопрос количественно исследовала Дж. Тартер (Калифорнийский университет) и доложила о своих результатах в Таллине. Из всего многомерного пространства поиска Тартер выделила только часть его, которую можно описать тремя параметрами: мощность передатчика (или чувствительность во время приема), частота и направление сигнала. Если поставить этим параметрам разумные пределы, мы сможем определить объем пространства (пространства поиска, или «космического стога»), которое подлежит изучению. А затем посмотреть, какая же доля этого объема уже изучена нами в результате проведенных экспериментов. Так вот, доля эта составляет всего  $10^{-17}$ . А если учесть и другие параметры сигналов, то она окажется и того меньше. Впечатляющий результат! Поэтому надо отдавать себе отчет в том, что осуществленные до сих пор эксперименты, несмотря на всю их значимость, по сути дела лишь предварительная часть работы.

За прошедшие годы полнее проявились трудности в решении этой

сложной, многогранной проблемы. В свете приобретенного опыта яснее становится необходимость привлечения ученых разных специальностей, готовность к длительной кропотливой работе.

Эти обстоятельства нашли отражение на Таллинском симпозиуме. Если на совещании 1964 года присутствовали главным образом астрономы и радиофизики, то в Таллине наряду с астрономами, физиками, специалистами в области космических исследований, кибернетики, теории связи приняли активное участие и биологи, историки, социологи, философы, лингвисты. В отличие от предыдущих совещаний в Таллине большое внимание было уделено обнаружению планетных систем у других звезд, впервые обсуждалась проблема межзвездных путешествий.

Как отметил в своем выступлении И. С. Шкловский, существует тенденция подменять проблему внеземных цивилизаций более узкой проблемой связи с внеземными цивилизациями, с акцентом на радиосвязь. Между тем проблема внеземных цивилизаций скорее гуманитарно-социологическая. Ту же мысль высказывали и некоторые другие участники симпозиума. Можно сказать, что в Таллине сделан шаг в этом направлении. Но все же главное внимание





по-прежнему уделялось обсуждению методики и стратегии поиска внеземных цивилизаций.

**ПЕРЕХОД К МИЛЛИМЕТРОВОМУ  
ДИАПАЗОНУ.  
РАЗУМ РАЗВИВАЕТСЯ  
В НАПРАВЛЕНИИ ГУМАНИЗМА.  
СПЕКТР ПРОБЛЕМ**

Симпозиум открыл президент Академии наук Эстонской ССР К. К. Ребане.

С вводной лекцией «**Современное состояние проблемы существования и поиска внеземных цивилизаций**» выступил В. С. Троицкий. Он подробно проанализировал аргументы в пользу множественности обитаемых миров и отметил, что, хотя мы не располагаем доказательствами существования внеземных цивилизаций, поиск их вполне соответствует

обычной научной ситуации (подобно поискам нейтрино, кварков и т. д.). Основная часть лекции была посвящена обсуждению средств и способов обнаружения внеземных цивилизаций, ожидаемому характеру сигналов. В. С. Троицкий подчеркнул, что, судя по всему, энергетически наиболее выгодна связь на миллиметровых волнах. Ранее оптимальным считался диапазон дециметровых волн, где достигается минимум неустранимых шумов — фон космического радиоизлучения и квантовые флуктуации (Земля и Вселенная, 1965, № 1, с. 18—27.— Ред.). В 1971 году, на Бюраканской конференции СЕТИ, Л. М. Гиндилис рассмотрел один тип позывных, для которых максимальное отношение сигнала к шуму обеспечивалось в миллиметровом диапазоне (Земля и Вселенная, 1972, № 3, с. 48—54.— Ред.). В 1979 году

*В. С. Троицкий читает участникам симпозиума вводную лекцию*

Н. С. Кардашев проанализировал вопрос об оптимальном диапазоне в общем случае, то есть безотносительно к определяемому типу сигнала. Учитывая условия распространения радиоволн в межзвездной среде и некоторые другие факторы, он пришел к заключению, что оптимальной является область миллиметровых волн, вблизи 1,5 мм. И вот теперь, на Таллинском симпозиуме, к аналогичному выводу о предпочтительности миллиметрового диапазона, хотя и из других соображений, пришли в своих докладах В. С. Троицкий и Ф. Дрейк. Таким образом, в Таллине наметился переход к поиску сигналов внеземных цивилизаций в миллиметровом диапазоне волн.

В лекции рассматривались также аспекты теории внеземных цивилизаций. Отвечая на вопросы, В. С. Троицкий выразил твердую убежденность в том, что космический разум развивается в направлении гуманизма и должен заботливо оберегать всю природу, живую и мертвую, как это уже начинаем осознавать и делать мы сами на своей планете.

За четыре дня работы симпозиума было проведено семь пленарных и два секционных заседания. Тема первого заседания — «Зарождение и эволюция жизни во Вселенной». Второго — «Развитие цивилизаций на астрономических интервалах времени». Третьего — «Общие вопросы проблемы внеземных цивилизаций». Четвертого и пятого — «Методы и стратегия поиска внеземных цивилизаций». Шестого — «Поиск внесолнечных планетных систем» и «Межзвездные перелеты». На заключительном, седьмом, пленарном заседании с обзором экспериментальных работ по поиску сигналов внеземных цивилизаций выступила Дж. Тартер (США). Затем после общей дискуссии и принятия решения симпозиум был закрыт. Секционные заседания посвящались следующим проблемам: «Зарождение и эволюция жизни во Вселенной»; «Методы и стратегия, текущие и перспективные проекты и программы поиска внеземных цивилизаций». Всего на симпозиуме было прочитано более 60 докладов. В статье невозможно даже перечислить все их названия. Поэтому мы ограничимся лишь несколькими вопросами.

#### АНТРОПНЫЙ ПРИНЦИП И МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ОБИТАЕМЫХ МИРОВ

Космологические предпосылки возникновения жизни — этой теме посвятили свой доклад И. Д. Новиков и его соавторы «Космогония и антропный принцип». Что такое антропный принцип? Современный этап изучения Вселенной характеризуется осознанием того, что Вселенная как целое представляет собой сложно организованную систему. Эта сложная структура закономерно возникает



*Известный американский радиоастроном Ф. Дрейк*

на определенном этапе эволюции материального мира. Во Вселенной все взаимосвязано. В этом смысле и существование жизни обусловлено определенными свойствами Вселенной. Действительно, космологические параметры Вселенной удивительным образом приспособлены для возник-

новения жизни. Речь идет не только о структурных особенностях Вселенной — наличии звезд, являющихся источниками энергии для зарождения и поддержания жизни, но и о фундаментальных свойствах, например расширении Вселенной. Более того, оказалось, что фундаментальные свойства материального мира, которые выражаются в константах четырех физических взаимодействий (гравитационного, электромагнитного, слабого и сильного), тесно связаны с присутствием жизни: достаточно изменить значение любой из этих констант — и жизнь во Вселенной станет невозможной. Таким образом, свойства Вселенной органически сплетены с самим фактом существования жизни и человека. Это и есть антропный принцип. В докладе показано, как реализуется этот принцип, как проявляется он в различных физических и космологических закономерностях.

В докладе В. В. Казютинского «Общие закономерности эволюции и проблема внеземных цивилизаций» также затрагивались проблемы, связанные с антропным принципом. Докладчик подчеркнул, что этот принцип не дает оснований отрицать возможность существования неантропоморфных цивилизаций (действительно, принцип не утверждает, что жизнь возникает повсюду именно в той форме, которая известна нам на Земле). Но антропный принцип поднимает ряд важных вопросов типа: было ли состояние нашей и других цивилизаций закодировано в сингулярности — в начальный момент расширения Вселенной? Существуют ли общие законы, проявлением которых можно объяснить возникновение жизни на Земле? Если такие общие, синтетические законы существуют, подчеркнул докладчик, то они должны быть крайне важны для проблемы внеземных цивилизаций.

В каком соотношении находятся антропный принцип и проблема множественности обитаемых миров? Напомним аргументы в пользу множественности обитаемых миров, которые приводились в прошлые века. Вот мысли, высказанные известным английским астрономом XIX века

Джоном Гершемом: «Для какой цели созданы звезды и рассеяны такие дивные небесные тела по беспредельному пространству? Конечно, не для того, чтобы освещать землю ночью, ибо для этой цели несравненно полезнее была бы вторая луна, хотя бы в тысячу раз меньшего размера, чем наша луна; и не для того, чтобы служить блестящей декорацией без смысла и толка, чтобы возбуждать в нас бесплодные догадки и нерешенные вопросы. Надо почти совсем не знать астрономии, чтобы полагать, что человек представляет собой единственную, конечную цель творчества, и чтобы не понять, что в дивной окружающей нас Вселенной есть и другие миры с живыми населяющими их существами».

По мнению Гершеля, лишь незнание астрономической картины мира может привести к утверждению об уникальности нашей земной цивилизации. Но достаточно уяснить себе эту картину, и мысль о множественности обитаемых миров станет совершенно очевидной, не нуждающейся в дальнейших доказательствах, ввиду явной бессмысленности образования столь огромного и сложного мира, в котором жизненные возможности реализуются лишь на его ничтожной части.

Подобная аргументация — с позиций целесообразности — весьма характерна для мыслителей прошлого, затрагивавших проблему множественности обитаемых миров. В этом смысле антропный принцип усиливает данную аргументацию. Действительно, при подобных обстоятельствах уникальность нашей цивилизации была бы проявлением чудовищной нецелесообразности природы. Вопрос только в том, достаточна ли такая аргументация?

Отсюда, конечно, не следует, что жизнь возникает в любых условиях. Поэтому очень важно выяснить, какие астрономические факторы способствовали возникновению жизни в Солнечной системе. Исследованию этого вопроса был посвящен доклад Л. С. Марочника «Об исключительном положении Солнечной системы в Галактике». Докладчик обратил внимание

на то, что Солнце находится вблизи коротационного круга Галактики. Так называется область, где дифференциальная скорость вращения Галактики равна угловой скорости вращения волн плотности, проявляющихся в виде спиральных рукавов Галактики. В каждой галактике имеется только один коротационный круг и, следовательно, он является особым местом в галактике. Возникает вопрос: случайно ли положение Солнца вблизи коротационного круга нашей Галактики или это связано с самим механизмом формирования Солнечной системы? Точнее, вопрос следовало бы задать так: можно ли считать, что характерные особенности Солнечной системы, в том числе наличие биологической жизни, обусловлены специфическими условиями, которые возникают при формировании звезд вблизи коротации? Однозначного ответа пока нет. Но ряд высказанных докладчиком аргументов позволяет предположить, что отмеченное совпадение не случайно. Если это так, то системы, подобные Солнечной, должны образовываться в нашей и других галактиках преимущественно вблизи коротационного круга. Поэтому именно здесь следует искать подобные системы и населяющие их иные цивилизации.

#### МОЛЧАЛИВЫЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ

«Сигнализация и охрана среды обитания» — этой теме посвятил свой доклад К. К. Ребане. Обнаружение иных цивилизаций, подчеркнул он, имело бы огромное практическое значение. Оно укрепило бы веру в то, что наши собственные глобальные проблемы и кризисы могут быть преодолены. Развитие цивилизаций не обязательно означает экспансию в пространстве и неограниченный рост потребления энергии. Энергия даже для высокоразвитой цивилизации, пожалуй, всегда будет дефицитной, следовательно, цивилизация может молчать просто потому, что она экономит энергию. Начиная с некоторого периода в развитии цивилизаций дефицит энергии способен стать решающим фактором. Цивилизация должна определить: как лучше ис-

пользовать энергию? Если цивилизация создает среду обитания вокруг своей звезды, обживая околозвездное пространство, то она может достаточно полно использовать поток энергии своего солнца. Эта энергия будет перерабатываться для нужд данной цивилизации и в конце концов, превратившись в тепло, излучаться в космическое пространство. Модулируя потоки энергии, циркулирующие в такой системе, можно передавать информацию без специальных энергетических затрат. Однако и здесь возникают серьезные проблемы. Прежде всего проблема целей. Нужно ли посылать такие сигналы? Не окажется ли передача информации иным мирам вредной для них? Может быть, не стоит вмешиваться в чужие дела и лучше предоставить другим цивилизациям естественному течению их эволюции? Вероятнее всего, заключил докладчик, существует много разумных молчаливых цивилизаций, а болтливых и разговорчивых мало или совсем нет.

Необходимость принимать во внимание цели, побудительные мотивы установления контакта подчеркивалась и в докладе Л. Н. Никишина «К вопросу о разработке стратегии поиска сигналов искусственного происхождения из космоса». Опираясь на представления о внеземной цивилизации как о сложной динамической системе, Л. Н. Никишин выдвигает предположение, согласно которому для нормального функционирования подобной системы необходим активный обмен информацией. Правда, установление информационных связей тотчас наталкивается на ряд трудностей, что приводит к соответствующим ограничениям. При больших расстояниях и значительных семантических различиях (в системе понятий) установление двухстороннего контакта путем чисто случайного поиска практически невозможно. Эти трудности исчезают, если существует некая надцивилизационная структура, регулирующая процессы информационного обмена между цивилизациями. Иными словами, это то же «Великое кольцо» И. Ефремова, о котором написано в романе «Туманность Андромеды», либо «Га-

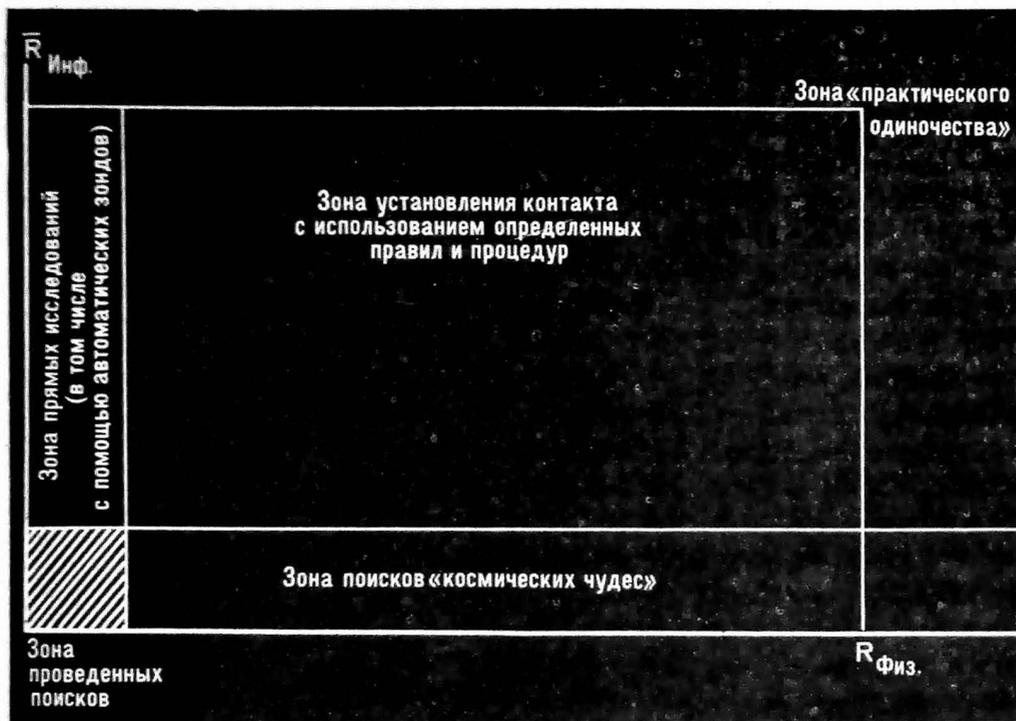


Диаграмма возможных контактов между космическими цивилизациями (на осях координат нет цифр, так как диаграмма дает только качественную картину). По горизонтальной оси отложено расстояние в трехмерном физическом пространстве, по вертикальной — расстояние в информационном пространстве, характеризующее различие в системе понятий разных цивилизаций. За пределами зоны поиска «космических чудес» и зоны прямых контактов лежит обширная область, где контакт возможен только после подключения к надцивилизационной структуре

лактический клуб», по терминологии американского радиоастронома Р. Брейсуэлла. Идея такого объединения цивилизаций восходит еще к К. Э. Циолковскому, который писал о «союзе ближайших солнц», «союзе союзов» и т. д. Л. Н. Никишин полагает, что при наличии сильных побудительных мотивов к контактам развитие цивилизаций должно привести к образованию подобной надцивилизационной структуры. Наиболее подходящим местом ее возникновения он считает центральные области Галактики, где звездная плотность выше, расстояния между отдельными цивилизациями меньше и, следова-

тельно, ограничивающие факторы сказываются слабее. Предполагается, что система открыта для подключения новых членов.

Одна из принципиальных трудностей в обнаружении внеземных цивилизаций связана с критериями искусственности. Оригинальную иллюстрацию этих затруднений дал И. С. Лисевич в докладе «К вопросу об интерпретации космического сообщения». Обычно мы полагаем, что сигнал должен заключать какие-то математические закономерности, указывающие на его искусственную природу. Еще Гаусс предлагал вырубить в тайге гигантский участок леса в виде треугольника, иллюстрирующего теорему Пифагора, чтобы марсиане могли догадаться о существовании разумных обитателей на Земле. Сходные принципы заложены и в современные языки для межзвездной связи — «линкос» и другие. Возникает вопрос: а достаточно ли этих закономерностей, чтобы сделать заключение об искусственной природе сигнала? Каким образом реагируем мы сами, наш рассудок, когда мы сталкиваемся с подобными необычными закономерностями? В натуральном ряду чисел теорема Пифагора иллюстрируется известным соотношением  $3^2+4^2=5^2$ . Но существует не менее замечательное соот-

ношение:  $10^2+11^2+12^2=13^2+14^2$ , где сумма квадратов в каждой части равенства равна 365, то есть числу дней в году. Готовы ли мы сделать из этого какие-то далеко идущие выводы? Вряд ли. Здравый смысл, которым мы привыкли руководствоваться, подсказывает, что перед нами — чисто случайное совпадение. Другой пример. На некоторых фотографиях поверхности Марса, полученных из космоса, видны детали рельефа, напоминающие египетские пирамиды и даже фигуру сфинкса. Готовы ли мы принять их за следы каких-то древних марсианских цивилизаций? Нет, не готовы. Мы полагаем: все это — случайная игра выветривания. Действительно, наш опыт подтверждает, что на Земле процессы выветривания часто приводят к образованию деталей, напоминающих фигуры людей или животных. В то же время некоторые старые пирамиды, напротив, издавна похожи на обычные холмы. Таким образом, если бы на Марсе или другом небесном теле (не говоря уже о центре Галактики) и вправду существовали искусственные сооружения, мы, следуя привычной логике рассуждений, могли бы и не обратить на это серьезного внимания. Значит, интерпретация закономерностей, заложенных в сигнал, способна быть неоднозначной. С другой стороны, не следует переоценивать возможностей «здорового смысла», иными словами, пытаться обнаружить искусственный сигнал, надо подготовиться к неожиданным, необычным интерпретациям. Скорее всего, они будут очень просты, но могут идти в разрез с установившимися шаблонами мышления.

(Окончание в следующем номере)

Фото П. Клушанцева



Герой Советского Союза  
генерал-лейтенант авиации  
М. И. ШЕВЕЛЕВ

## Экспедиции О. Ю. Шмидта в Арктике

Сегодня трудно себе представить, что в 20-е годы мы знали об Арктике еще очень мало. Неясно было, что такое Карское море. Без этого не удавалось правильно оценить направления дрейфа ледовых массивов и методы их преодоления. А страна нуждалась в транспортном пути по северным морям.

Уже в первые, самые трудные годы Советской власти, Владимир Ильич Ленин подписывает ряд решений Совнаркома РСФСР об изучении Севера, о создании гидрографических отрядов для исследования берегов и промера фарватеров. Но только в начале первой пятилетки, когда транспортные пути в Арктике становятся реальной необходимостью, у молодого советского государства появляется возможность выделить пока еще скудные средства на изучение Арктики. В 1929 году Отто Юльевич Шмидт был назначен директором Арктического института. Вспоминаю, в какой последовательности Отто Юльевич представлял себе освоение Севера. Первое — выбор средств и методики для преодоления льдов Северного Ледовитого океана, второе — тщательная подготовка, в которую входили географическое изучение, пополнение запасов топлива, обеспечение авиаразведки, создание полярных станций для сбора информации о ледовой обстановке. Решив первые две задачи, можно выполнить показательный рейс из Атлантического океана в Тихий без зимовки, что еще никому не удавалось. Это послужило бы решающим доказательством реальности Северного морского пути, на базе которого можно приступить к регулярным плаваниям.



*О. Ю. Шмидт и В. П. Воронин  
на капитанском мостике  
«Сибирякова», 1932 год*

Первая Арктическая экспедиция О. Ю. Шмидта в 1929 году на Землю Франца-Иосифа должна была ответить на вопрос: «правильно ли выбраны средства и методика преодоления льдов?». Ничего нового по сравнению с флотом, имевшимся в дореволюционной России, тогда у нас еще не было. Ситуация усугублялась тем, что белогвардейцы угнали большую часть флота. Эти корабли сгноили в заграничных портах, пытаясь заставить нас платить царские долги.

Но перед тем, как отправиться в долгий и опасный путь, нужно понять,

а в чем, собственно, кроются причины неудач (иногда относительных) всех предшествующих экспедиций? Ведь возглавляли экспедиции такие опытные путешественники, как Ф. Нансен, Р. Амундсен и другие. Б. А. Вилькицкому удалось пройти Северный морской путь с востока на запад только с двумя зимовками. Погибли экспедиции Г. П. Брусилова, В. А. Русанова. Трагически погиб Г. Я. Седов.

Все эти экспедиции плавали на зверобойных паровых шхунах с двигателями небольшой мощности. Первая же серьезная ледовая перемишка вынуждала их ждать до тех пор, пока не появятся какие-нибудь разводья. Обычно это кончалось одной или даже двумя зимовками. Мощные ледоколы тех времен, работавшие на

угле, требовали колоссального расхода топлива — свыше ста тонн в сутки.

И Отто Юльевич идет на смелый шаг. Он выбирает ледокольный пароход «Георгий Седов» с достаточно прочным корпусом и сильным двигателем. Но все же корпус такого парохода не может выдержать того натиска льдов, какой бывает в Арктике. Это определяло тактику плавания: преодолевая, форсируя льды, всячески избегать сжатий, которые могли бы привести к трагическим последствиям. Одновременно решалась и практическая задача — постройка нашей первой обсерватории в Арктике — в бухте Тихой на Земле Франца-Иосифа. Мы получили возможность своевременно оповещать о вторгающихся в наши моря массах холодного арктического воздуха. Одновременно решалась и политическая задача. В ту пору появилось немало охотников до наших арктических земель. Свои претензии они пытались мотивировать тем, что у нас нет там поселений. Следовательно, хотя эти земли и объявлены собственностью Советского Союза, с этим можно не считаться. (В зарубежной печати появились статьи о возможности колонизации Земли Франца-Иосифа.) Экспедиция 1929 года закончила с этими поползновениями.

Следующий поход был организован О. Ю. Шмидтом в 1930 году. Льды в районе Баренцева моря — это еще не те льды, которые встречаются дальше на Северном морском пути. Экспедиции 1930 года предстояло проверить, возможно ли плавание на ледокольном пароходе в условиях льдов, встречающихся в северо-восточной части Карского моря. Решалась и важная географическая задача: надо было понять, что же собой представляет Карское море. Обе задачи были блестяще решены. Стало ясно, что Карское море — в значительной степени замкнутый бассейн, ограниченный с востока архипелагом Северной Земли. Ледокольный пароход «Георгий Седов» хорошо справился со льдами Карского моря, и, следовательно, корабль такого типа можно использовать для похода по Северному морскому пути.

Весной 1932 года, после тщательной подготовки, Отто Юльевич излагает проект похода на ледокольном пароходе «Сибиряков» Северным морским путем из Атлантического в Тихий океан. Надо сказать, даже опытные полярники сомневались в целесообразности экспедиции, однако Центральный Комитет партии поддержал предложение О. Ю. Шмидта.

Наш Север обладает большими богатствами. Освоить эти богатства, использовать их для ускорения индустриализации страны можно было, только наладив транспортные связи.

В экспериментальный поход назначили ледокольный пароход «Сибиряков». Экспедицию готовили с необыкновенной тщательностью. Оставался открытым один вопрос — как судно справится с паковыми льдами? Паковые льды — это льды многолетние. Они чрезвычайно прочны, достигают на ровном поле толщины более трех метров, а там, где торосы, — в несколько раз толще.

На прибрежной трассе Северного морского пути такие льды встречаются только в Чукотском море. Проверить способность ледокольного парохода преодолевать их можно было, лишь достигнув Чукотского моря. А для этого надо было пройти весь Северный морской путь. Другого пути не оставалось.

Карское море, море Лаптевых, Восточно-Сибирское море «Сибиряков» прошел, как по расписанию. Но в Чукотском море при столкновении с паковыми льдами начались неприятности. Сначала сломались лопасти винта. В обычных условиях корабль берут на буксир, ведут в док, где и меняют лопасти. А как сменить лопасти во льдах Чукотского моря? Шмидт производит расчет, какое количество груза нужно переместить из кормового трюма в носовой для подъема кормы «Сибирякова» настолько, чтобы ступица винта стала доступной для смены лопастей. Оказалось, что нужно переместить в носовую часть судна несколько сотен тонн угля. Объявляется «угольный аврал», и Отто Юльевич первым взваливает на плечи мешок с углем. Корма поднимается, лопасти заменяют, и «Сибиряков» снова идет

вперед. Через несколько дней от сильнейшего удара винта о тяжелую льдину ломается вал «Сибирякова» и вместе с винтом уходит на морское дно. Корабль остается неподвижным. Провал экспедиции? Нет. Принимается почти фантастическое решение: из всего имевшегося на пароходе брезента сшить паруса — и вот уже стальная громадина, совершенно не рассчитанная на плавание под парусами, потихоньку движется вперед. А когда корабль упирается в льдину и у него не хватает силы, чтобы ее расколоть или сдвинуть, члены экспедиции и команда вылезают на лед, аммоналом взрывают льдины, растапливают баграми обломки льда, и снова метр за метром корабль под парусами движется к намеченной цели. Впереди Берингов пролив и Тихий океан! Победа!

Первый пробный экспедиционный период закончен, надо приступать к освоению Северного морского пути, О. Ю. Шмидт докладывает правительству итоги похода и получает задание разработать план мероприятий по гидрографическим исследованиям, строительству необходимой сети полярных станций, морских портов, радиоцентров. Вскоре принимается решение — создать Главное управление Северного морского пути при Совнаркомом СССР. Его начальником назначен О. Ю. Шмидт. Начинается громадная работа по преобразованию Севера. Но еще бытует мнение, что возможность регулярного плавания по Северному морскому пути пока не доказана. «Сибиряков», мол, ледокольный пароход, который для перевозки грузов нерентабелен. «Сибиряков» прошел потому, что попал в благоприятные условия, а в последующие годы они могут оказаться иными. Нужно было опровергнуть подобные возражения. Поэтому О. Ю. Шмидт предлагает организовать рейс грузового парохода для доставки груза из Ленинграда на побережье Чукотки и на остров Врангеля, то есть через весь Северный морской путь. Предложение приняли, и начался исторический рейс «Челюскина».

Обстоятельства этого похода многократно описаны. Сто с лишним че-



*О. Ю. Шмидт, М. И. Швелев,  
В. С. Молоков в экспедиции  
на Северный полюс, 1937 год*

людей, включая женщин и детей, оказались на льдине, в невероятно тяжелых условиях. И в том, что они с честью выдержали это испытание, большая заслуга О. Ю. Шмидта.

Несмотря на гибель «Челюскина», задача похода оказалась выполненной. Северный морской путь был пройден. Спасение челюскинцев показало: у нас есть авиация, которая способна в любое время года летать на побережье Северного Ледовитого океана. Ведь до тех пор из обжитых районов страны зимой на побережье арктических морей никто не летал.

Отто Юльевич Шмидт возвращается в Москву и представляет прави-

тельству развернутый план мероприятий, обеспечивающих превращение Северного морского пути в регулярно действующую транспортную магистраль. По его докладу принимают решение построить четыре линейных ледокола, ибо опыт «Челюскина» доказал, что без мощных ледоколов обойтись нельзя. Одновременно ставится вопрос о создании полярной авиации и строительстве аэропортов, о промышленном развитии Севера. Это решение способствовало созданию Норильского металлургического комбината, поискам полезных ископаемых. Для народов, населяющих Крайний Север, строятся больницы, школы, создаются специальные учебные заведения. Всей этой грандиозной работой руководит О. Ю. Шмидт.

Дрейф челюскинцев на льдине

подсказал новую идею — создать на дрейфующей льдине научную станцию, которая будет вести наблюдения в Центральном арктическом бассейне. Кроме чисто научного интереса, подобная станция имела бы большое практическое значение для дальнейшей работы Северного морского пути. На синоптических картах того времени условно рисовалась постоянная шапка холодного воздуха в районе Северного полюса. Но есть ли она на самом деле?

В феврале 1936 года О. Ю. Шмидт обращается в Центральный Комитет партии с предложением о высадке научной станции на Северном полюсе. Идея получила одобрение, и Центральный Комитет поручил Главсевморпути подготовить экспедицию.

Снова начинается сложная, кропотливая работа. Все приходилось



продумывать впервые. На И. Д. Папанина, Е. К. Федорова, П. П. Ширшова и Э. Т. Кренкеля была возложена вся подготовка научной станции, от питания, одежды, жилья и топлива до специальной научной и радиоаппаратуры.

Весной 1936 года М. В. Водопьянов вместе с В. М. Махоткиным выполняет экспериментальный перелет из Москвы на Землю Франца-Иосифа, изучает маршрут и в качестве исходной базы для полета на полюс выбирает остров Рудольфа. И. Д. Папанин собирает все необходимое для строительства базы и на ледокольном пароходе «Русанов» отправляется на остров Рудольфа.

На заводах готовятся четыре модифицированных самолета АНТ-6 конструкции А. А. Туполева с модифицированными двигателями АМ-34 РП конструкции А. А. Микулина. Командиром летного отряда назначается М. В. Водопьянов, командирами воздушных кораблей В. С. Молоков, А. Д. Алексеев и И. П. Мазурок. Автор этих строк был назначен заместителем начальника экспедиции по авиации.

Пока идет подготовка к высадке на Северный полюс, О. Ю. Шмидт решает еще одну, чрезвычайно важную для обороны страны задачу. В навигацию 1936 года были благополучно проведены Северным морским путем из Атлантического океана в Тихий два эскадренных миноносца.

22 мая 1937 года первый воздушный корабль экспедиции, который пилотировал М. В. Водопьянов, совершил посадку на Северном полюсе. На борту находились О. Ю. Шмидт

и весь состав научной станции во главе с И. Д. Папаниным. На Северном полюсе советской страной впервые была создана научная станция.

Наблюдения, проведенные на дрейфующей научной станции, сразу же резко изменили наши представления о том, что делается в Центральном полярном бассейне. Оказалось, что циклоны часто прорываются из Атлантического океана, а иногда и из Тихого, в район Северного полюса и постоянной шапки холодного воздуха в виде области высокого давления в районе полюса не бывает. Особенно важным было определение скорости дрейфа льдов, которая оказалась значительно выше, чем предполагалось. Измерения, сделанные во время дрейфа научной станции, рассказали об интенсивности выноса льдов из Центрального полярного бассейна и имели важное значение для дальнейшей работы Северного морского пути. Методика плавания по Северному морскому пути, разработанная на основе идей О. Ю. Шмидта, сохранялась почти четверть века, до конца 50-х годов. Только с появлением первого в мире атомного ледокола «Ленин» и мощных дизель-электрических ледоколов в корне изменилась тактика плаваний.

В 1977 году атомный ледокол «Арктика», осуществив вековую мечту мореплавателей, пробился сквозь льды к Северному полюсу.

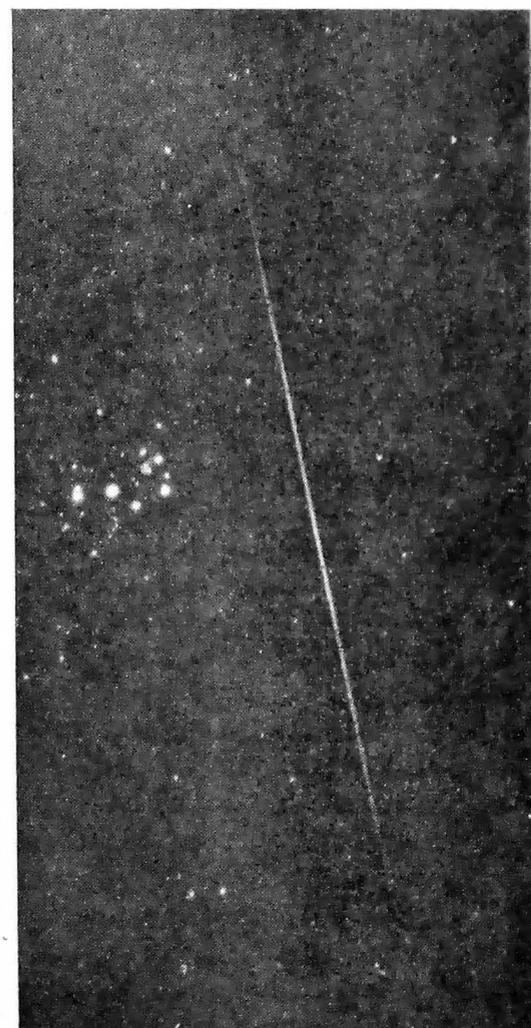
Решениями XXVI съезда партии поставлена задача организации плавания в течение всех сезонов года в западной части Северного морского пути. Сбываются самые смелые мечты О. Ю. Шмидта — ледового комиссара, как мы его называли.

Фото из архива автора. Съемки М. А. Трояновского



## ФОТОГРАФИЯ МЕТЕОРА

*Фотография яркого метеора в созвездии Тельца. Снимок сделал любитель астрономии В. Слипченко (Киев) 26 сентября 1981 года. При съемке использовался фотоаппарат «Зенит-С», светосила объектива 1/1,5, фокусное расстояние 100 мм; пленка чувствительностью 250 ед. ГОСТа, выдержка — 4 минуты*





ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

Доктор географических наук  
В. М. ПАСЕЦКИЙ

## Первый международный полярный год

### К ПОЛЯРНЫМ ШИРОТАМ

Столетие отделяет нас от того времени, когда ученые двенадцати стран приступили к проведению одновременных геофизических наблюдений в высоких широтах северного и южного полушарий Земли. Но идея объединенного сотрудничества появилась раньше. В середине XVIII века ее высказал в России М. В. Ломоносов. В «Слове о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих», ученый писал, что если бы «многие и почти бесчисленные наблюдения перемен и явлений, на воздухе бывающих», проводились не только в Европе, но и в других частях света, то открылся бы путь к «подлинности предсказания погоды».

В следующем столетии русский академик А. Я. Купфер предложил создать центральное геофизическое учреждение России и начать международное геофизическое сотрудничество. Началом такого сотрудничества можно считать проведение в 30—40-х годах прошлого века одновременных магнитных наблюдений, в которых участвовали Россия и Англия и которые охватили многие районы земного шара. В те годы экспедиция англичанина Дж. Росса провела геофизические изыскания в Антарктике, и в результате был открыт магнитный полюс южного полушария.

И во время, и по завершении русско-английских магнитных наблюдений директор Главной физической обсерватории А. Я. Купфер активно выступал за расширение международного геофизического сотрудниче-

ства, и это в итоге привело к созданию в 1873 году Международного метеорологического комитета. На одном из его заседаний австрийский ученый К. Вайпрехт изложил свои принципы исследования полярных стран. Он считал, что необходимо «окружить северную полярную область кольцом станций, на которых проводились бы одновременно в течение одного года при помощи одинаковых приборов и одинаковыми методами» метеорологические и магнитные наблюдения. Предполагалось особое внимание уделять геофизике, геологии, ботанике, зоологии.

Проект К. Вайпрехта в 1879 году рассмотрел Международный метеорологический конгресс в Риме, и для обсуждения проекта было решено созвать особую конференцию. Она состоялась в Гамбурге, и на ней была создана Международная полярная комиссия. Возглавил ее русский академик Г. И. Вильд — выдающийся геофизик, обладавший к тому же незаурядным организаторским талантом. С 1867 года он заведовал Главной физической обсерваторией и превратил ее в образцовое метеорологическое учреждение.

Г. И. Вильд развернул энергичную деятельность по подготовке Первого международного полярного года (МПГ). В 1881 году он писал в Петербургскую академию наук: «По полученным мной как президентом Международной полярной комиссии официальным сообщениям я могу от имени комиссии заявить, что приведение в исполнение Вайпрехтова проекта одновременных физических, в особенности метеорологических и магнитных наблюдений, на целом

ряде станций в арктическом поясе можно считать обеспеченным в течение по крайней мере одного года, начиная с осени 1882 г.».

В августе того же года в Петербурге под председательством Г. И. Вильда состоялось заседание полярной комиссии, на котором были окончательно установлены даты начала и конца одновременных наблюдений, выработана общая программа для всех полярных экспедиций. Усилиями стран-участниц (Австрия, Англия, Германия, Голландия, Дания, Норвегия, Канада, Россия, США, Швеция, Финляндия, Франция) были открыты две станции в Антарктике и 12 станций в Арктике.

### НА НОВОЙ ЗЕМЛЕ

Русское географическое общество решило отправить экспедицию на Новую Землю. В короткий срок был сформирован состав будущей станции и приобретены необходимые приборы и снаряжение. Наблюдатели прошли стажировку в Главной физической обсерватории под руководством Г. И. Вильда и известного геофизика М. А. Рыкачева. Помощь экспедиции оказали и зарубежные коллеги.

В начале августа 1881 года сотрудники будущей новоземельской станции прибыли в становище Малье Кармакулы, где их встретил помор Федор Воронин. Это ему обязана своим спасением австрийская экспедиция К. Вайпрехта и Ю. Пайера, открывшая Землю Франца-Иосифа. Именно Воронин незадолго до описываемых событий взял на борт своей зверобойной шхуны отчаявших-



*Академик Г. И. Вильд,  
председатель Международной  
полярной комиссии  
по проведению Первого  
международного полярного года*

ся путешественников и доставил их в норвежский порт Варде... Жители становища помогли разгрузить и собрать дома и другие постройки. На зимовку остались лейтенант К. П. Андреев (начальник станции), мичман Д. А. Володковский, врач Л. Ф. Гриневецкий, вольнослушатель Петербургского университета Н. В. Кривошея, матросы Николай Демидов, Яков Трофимов, Федор Тисков, Василий Тарасов. Все они, согласно программе работ, в ночь на 1 сентября 1882 года начали метеорологические, магнитные и астрономические наблюдения.

«Занятия команды,— писал К. П. Андреев,— распределялись следую-

щим образом: один — по очереди — занимался месяц на кухне; на его обязанности лежало готовить обед, ужин и печь хлеб для всей экспедиции. Другой — по очереди — назначался один месяц заведывать запасом живности; на его обязанности был уход за коровами, овцами, оленями, курами и собаками. Кроме того, он заправлял все лампы и фонари на станции и помогал заведующему кухней пилить дрова и доставлять воду. Остальные два матроса стояли вахту при производстве метеорологических наблюдений и назначались по очереди в вариационный магнитный павильон во время абсолютных магнитных наблюдений для соответствующих записей по вариационным инструментам и в астрономический павильон для освещения нитей пассажного инструмента».

В середине ноября на остров опустилась полярная ночь. Все чаще

стали завывать вьюги, с гор несло снег и мелкие камни. Снег забивался в дома через малейшие щели. Ветер был такой, что наблюдатели, идя к павильонам, едва удерживались на ногах... Но вот миновала зима с жестокими морозами, и в апреле обозначились признаки весны. С появлением первых проталин доктор Гриневецкий предпринял поход через Новую Землю и, достигнув побережья Карского моря, благополучно возвратился на станцию. Только в середине июня в Кармакульскую бухту пришли первые промысловые суда поморов, доставившие газеты из Архангельска...

Научные наблюдения велись на станции в течение всего года без срывов и остановок аппаратуры. Впоследствии они были обработаны и изданы в двух томах. 29 сентября 1883 года Новоземельская экспедиция возвратилась в Петербург. Ее геофизические изыскания послужили важным вкладом в программу Первого МПГ. Именно на полярной станции в Малых Кармакулах впервые стали изучать новоземельскую бору — это грозное стихийное явление, когда охлажденный ниже  $-20^{\circ}\text{C}$  воздух стремительно стекает с окружающих гор. По мнению советского ученого В. Ю. Визе, новоземельская бора делает зимние климатические условия на острове даже более тяжелыми, чем в районе самого холодного места в Азии — Верхоянска, где температура воздуха хоть и опускается ниже  $-60^{\circ}\text{C}$ , но ветра практически нет.

#### ПОЛЯРНЫЕ НОЧИ ОСТРОВА САГАСТЫР

Еще одна русская полярная станция, согласно программе Первого МПГ, была создана в устье реки Лены на острове Сагастыр. Экспедицию возглавлял поручик корпуса флотских штурманов Н. Д. Юргенс, а участвовали в ней кандидат математики А. Эйгнер, доктор А. А. Бунге и несколько матросов.

В начале августа 1882 года паузки и барки экспедиции достигли устья Лены. Двое суток путешественники осматривали окрестности, пока на

южном берегу острова не нашли подходящее место для устройства станции. 31 августа 1882 года (за день до условленного срока) начались метеорологические наблюдения, которые велись с тех пор ежедневно в течение 22 месяцев. А жили наблюдатели сначала в холодных сырых каютах. Когда закончилась постройка дома, первыми поселили в нем рабочих. И только через неделю, когда привели в порядок комнату ученых, холодные барки покинули Юргенс, Бунге, Эйгнер. Через каждые 8 часов исследователи заступали на очередную вахту: и в пургу, и в жестокий мороз снимали в метеорологической будке показания и записывали их в журнал.

19 октября приступили к геофизическим исследованиям — определению магнитного склонения, магнитных вариаций, астрономических определений и наблюдений «покрытий звезд Луной». Между тем полярная ночь вступила в свои права. «Один буран за другим,— писал доктор Бунге,— проносился над нашей станцией при очень низкой температуре. С 27 октября мы более не видели Солнца; только узкая, сначала красноватая, позднее же светлая полоска на юге около полудня указывала на присутствие Солнца и подавала надежду, что со временем оно снова появится на небесном своде. Зато теперь все чаще и чаще светились на небе северные сияния самых удивительных форм, из которых особенно ленты представляли величественное и чудное зрелище...»

Наступил новый 1883 год, а вместе с ним пошла на убыль полярная ночь. Но с появлением Солнца 20 января неожиданно усилились морозы, две недели они доходили до  $-50^{\circ}\text{C}$ . Трудно было работать с инструментами. Густой пар, шедший от наблюдателя, быстро покрывал инеем стекла приборов. Особенно тяжело пришлось в феврале, когда при сорокаградусных морозах бушевали жестокие ветры.

Еще полгода оставалось прожить зимовщикам на острове Сагастыр, и тут от Русского географического общества пришло предложение остаться на вторую зимовку для про-



*Н. Д. Юргенс, руководитель русской полярной станции, организованной на острове Сагастыр, в устье Лены*

должения научных исследований по прежней программе. Ученые решились и на эту вторую зимовку. «Опять,— писал Бунге,— началась монотонная, правильная жизнь по часам, минутам и секундам, которую летом и осенью несколько оживляли экскурсии, гости и перемена в личном составе станции... Таким образом мы, однако, вовсе не тяготились... Только в терминные дни, в которые наблюдения велись ежедневно, повседневная правильность нашей жизни нарушалась: в наблюдениях должны были принять участие все, и работать надо было еще усиленнее...»

В неустанных трудах прошла вто-

рая полярная ночь, и с 19 июня 1884 года, когда протока около острова Сагастыр освободилась ото льда, зимовщики начали свертывать наблюдения и упаковывать приборы...

Важность наблюдений русской полярной станции на острове Сагастыр трудно переоценить. Был собран разнообразный материал, необходимый для изучения климата Арктики, исследования земного магнетизма и полярных сияний на севере Сибири. Одновременно удалось выполнить обширные исследования по ботанике и осуществить детальную топографическую съемку дельты Лены.

#### ЗАРУБЕЖНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

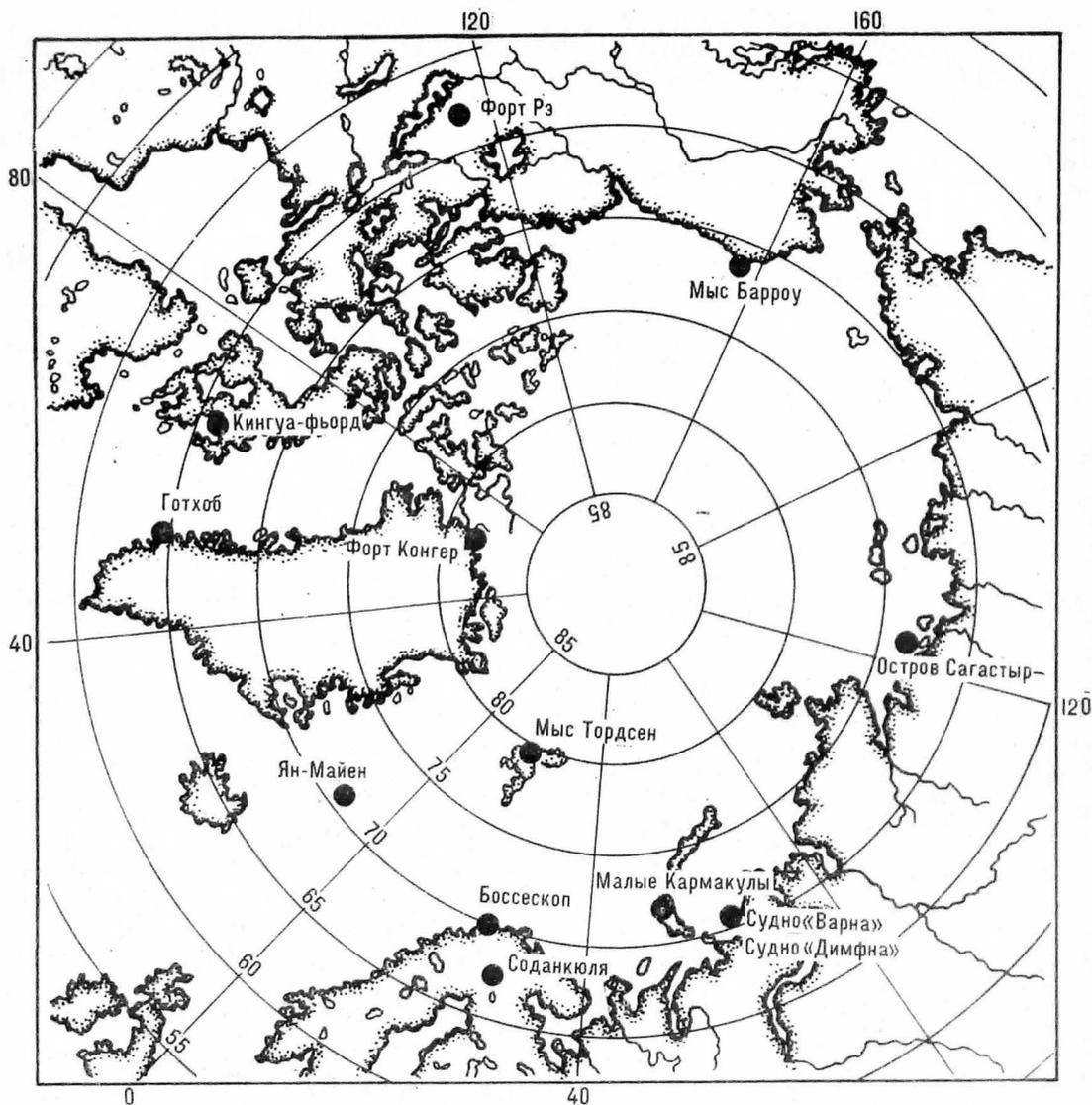
Весьма плодотворной оказалась деятельность шведской экспедиции под начальством Экгольма, создавшей полярную станцию «Мыс Тордсен» на Шпицбергене. Наблюдения там велись целый год. В них прини-

мал участие С. Андре, который спустя 14 лет первым отправился к Северному полюсу на воздушном шаре.

Не так далеко от шведов на острове Ян-Майен обосновалась австрийская полярная станция. Экспедиция наряду с метеорологическими и магнитными наблюдениями провела серию замеров морских глубин вблизи острова. Силами норвежских и финских ученых были созданы станции Боссекоп и Соданкюля на севере Скандинавского полуострова. На мысе Барроу (Аляска) работала американская станция, в Кингуа-Фьорде на Лабрадоре — немецкая, в Готхобе на юго-западном побережье Гренландии — датская станция.

Серьезные трудности пришлось преодолеть голландской и датской экспедициям. Голландцам на судне «Варна» предстояло дойти до острова Диксон и основать там станцию. Аналогичную станцию, но только на мысе Челюскин, должны были создать датчане, имевшие в распоряжении корабль «Димфну». Но ни тем, ни другим не удалось подойти к местам назначения. Суда обеих экспедиций были захвачены льдами в Карском море. В декабре 1882 года в «Варне» открылась сильная течь, и голландцам пришлось перебраться на борт «Димфны», к своим датским коллегам. Вместе с ними до середины лета 1883 года они вели метеорологические наблюдения. 24 июля «Варна» затонула. Голландские путешественники в начале августа отправились по льду на запад и вскоре достигли острова Вайгач, а затем на русском судне «Норденшельд» приплыли в Норвегию. В сентябре «Димфна» освободилась ото льдов и вернулась на родину. Выполненные во время дрейфа судов метеорологические наблюдения дали науке первые представления о характере климата и движения льдов в Карском море в зимнее время.

Но наиболее тяжелые испытания выпали на долю сотрудников американской полярной станции, основанной в заливе Леди Франклин (форт Конгер) на северо-восточном берегу острова Элсмир. Это была самая северная полярная станция (81°



*Полярные станции, работавшие по программе Первого международного полярного года в Арктике*

44' с. ш.) из числа тех, которые вели наблюдения по программе Первого МПГ. Состав станции под руководством лейтенанта Грили начал наблюдения летом 1881 года, и первая зимовка прошла благополучно. В следующую навигацию к полярникам должно было прийти судно с запасами продовольствия и сменой персонала. Однако кораблю не удалось пробиться в залив Леди Франклин. Не пришло судно и в следующем году. 9 августа 1883 года путешественники отправились в обратный путь на шлюпках. Когда прошли несколько сот миль, мороз сковал разводья. Пришлось лодки разломать и из них смастерить сани. Разыскивая склады продовольствия, путешественники на острове Бедфорда-Пима обнаружили записку, из которой узна-

ли, что спешивший к ним пароход раздавлен льдами. Экспедиция провела третью зиму в Арктике, на крошечном мысе, на этот раз в хижине, сооруженной из камней и обрывков парусов. Продовольствие было на исходе. Экспедиция потеряла 18 человек... Лишь семеро сумели продержаться до прихода спасательной партии, да и то один из них умер уже на пути в Америку. Экспедиция Грили, несмотря на выпавшие ей испытания, вела наблюдения до тех пор, пока у путешественников оставались силы...

Кроме станций, действовавших в Арктике по программе Первого МПГ, две экспедиции работали в южном полушарии. Франция создала полярную станцию у южной оконечности Южной Америки. Не ограничиваясь метеорологическими и магнитными, ученые проводили здесь наблюдения за Венерой, за приливом и отливом океана. Большой интерес представляли топографическая съемка архи-

пелага островов, промеры глубин океана вблизи станции и этнографические изыскания.

Одновременно на островах Южная Георгия Германия создала полярную станцию «Бухта Мольтке», которая успешно выполнила цикл наблюдений по разработанной программе, в том числе и наблюдения за прохождением Венеры по солнечному диску в декабре 1882 года.

Намеченная Международной полярной комиссией программа научных геофизических наблюдений была выполнена всеми полярными станциями, работавшими во время Первого международного полярного года. Особый вклад внесла Россия, наряду с экспедициями на Новую Землю и в устье Лены организовавшая сеть вспомогательных станций на севере Сибири. В России также проводили регулярные наблюдения Павловская, Тифлисская, Екатеринбургская, Нерчинская, Ташкентская обсерватории и обсерватория Межевого института в Москве.

Говоря о всем цикле научных исследований Первого МПГ, нужно прежде всего отметить, что благодаря согласованным наблюдениям был сделан новый, пусть и небольшой, шаг в изучении атмосферы над Арктикой и Субарктикой, были также предприняты первые попытки выяснить влияние природных процессов, происходящих в полярных странах, на средние широты северного полушария. Метеорологические наблюдения обогатили представления ученых о климате Арктики и прилежащих к ней районов.

В 1891 году Международная полярная комиссия передала свой архив, включающий издания и рукописные копии наблюдений, на хранение Главной физической обсерватории, что было публичным признанием выдающейся роли России в организации и осуществлении программы Первого МПГ. Теперь стало совершенно ясно: только объединенные усилия ученых разных стран помогут разгадать тайны полярных областей нашей планеты. Именно такое сотрудничество и легло в дальнейшем в основу научных программ Второго международного полярного года.

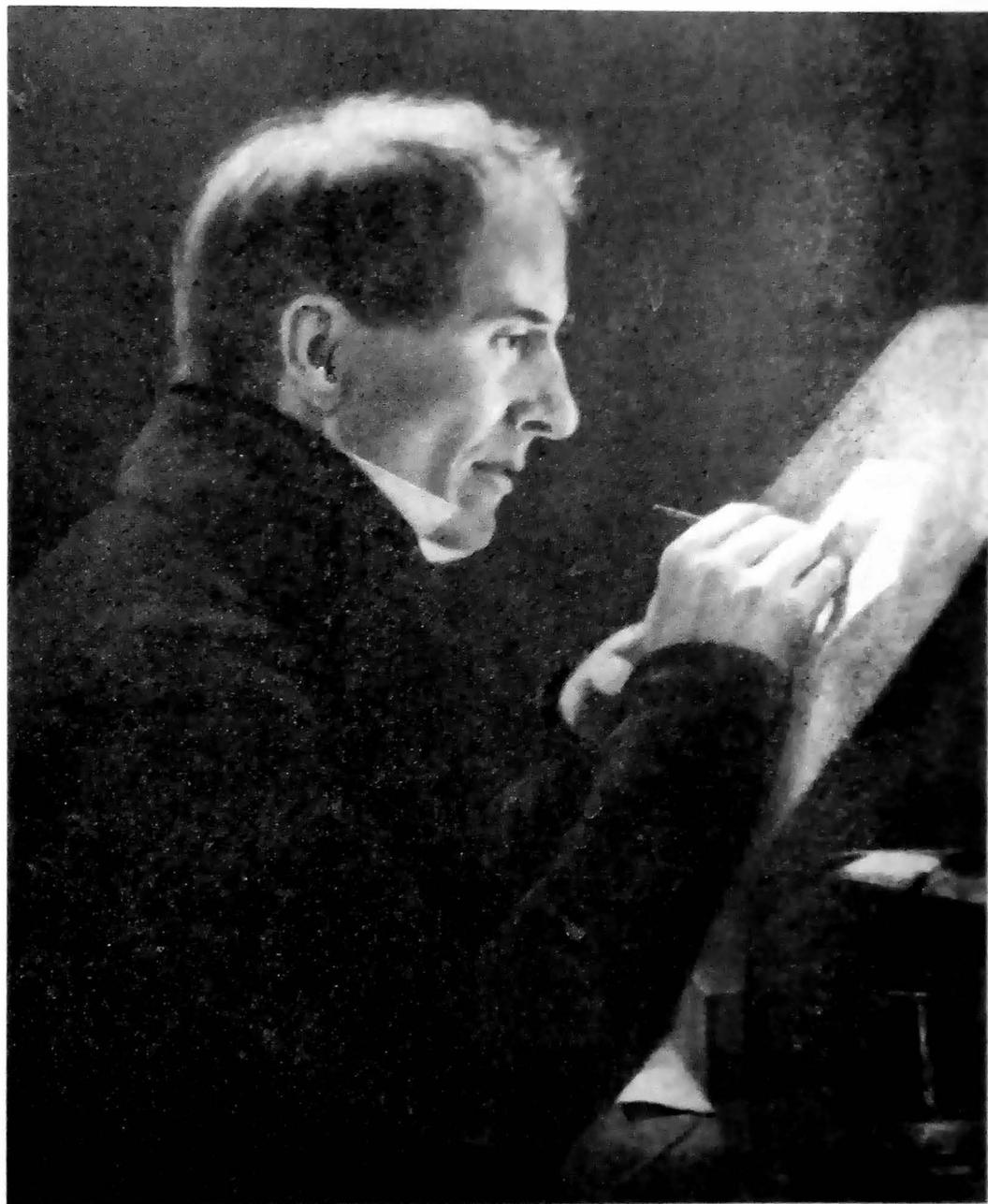
Кандидат технических наук  
В. А. ГУРИКОВ

## Пулковский 30-дюймовый рефрактор

В 1839 году была открыта Пулковская обсерватория — одна из крупнейших астрономических обсерваторий мира (Земля и Вселенная, 1967, № 6, с. 71—78.—Ред.). Ее первый директор В. Я. Струве постоянно заботился о том, чтобы обсерватория

была оснащена самыми совершенными для своего времени инструментами. Обсерватория получила от мюнхенской фирмы «Г. Мерц и

*Альван Кларк (1804—1878)*



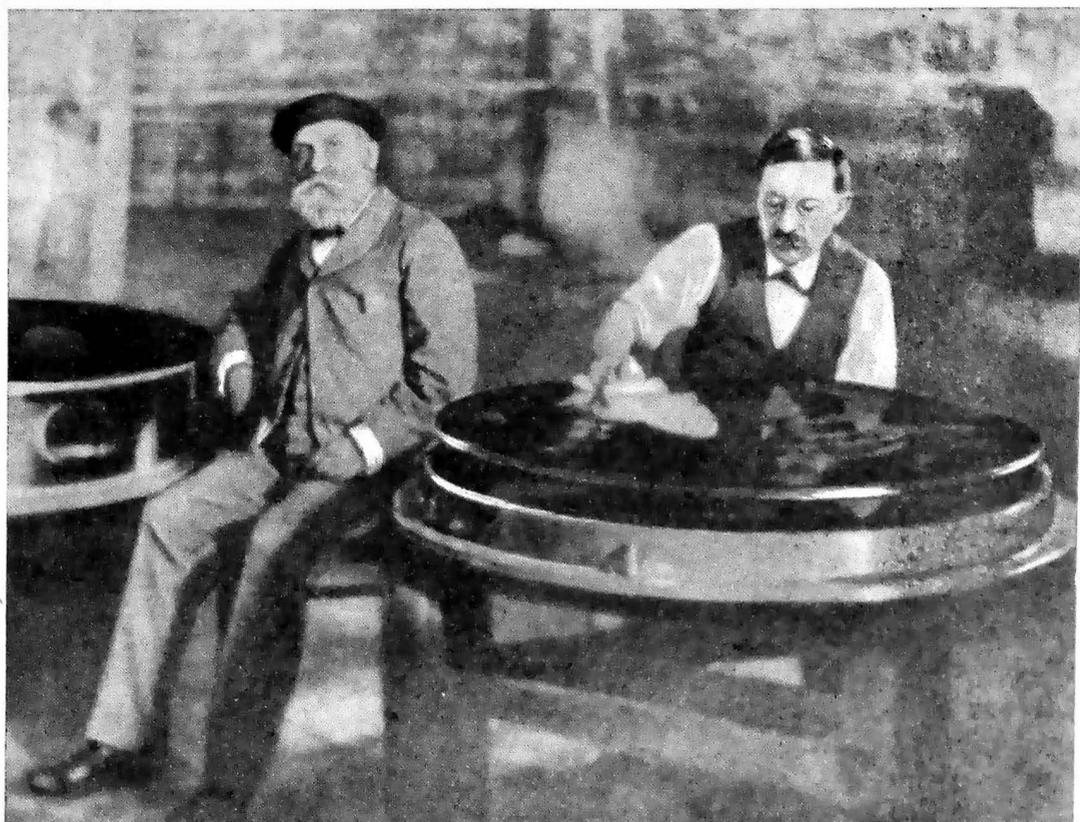
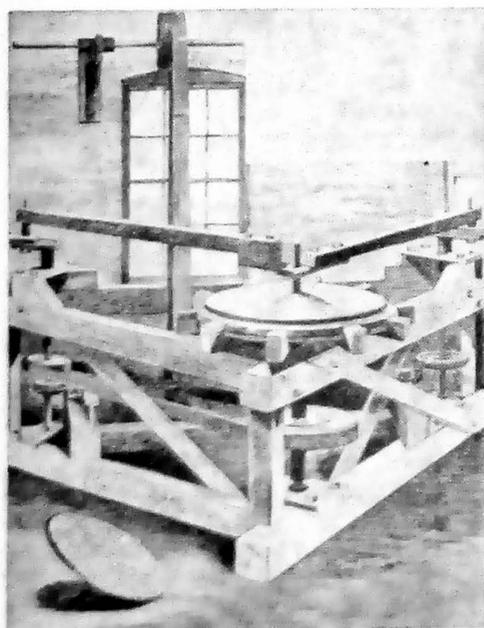


ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

Ф. Малер» 15-дюймовый рефрактор (диаметр объектива 38 см, фокусное расстояние 7 м), который на протяжении восьми лет оставался самым большим в мире. Лишь в 1863 году мастерская Кларков в Америке построила более крупный рефрактор с объективом диаметром 18 дюймов.

Второй директор обсерватории, О. В. Струве, в 1878 году поставил вопрос о приобретении более мощного телескопа. В 1879 году на постройку нового телескопа О. В. Струве получил предварительное ассигнование в размере 300 000 рублей и отправился в зарубежную командировку. После консультаций с известными астрономами, а также с представителями оптических фирм Мерца и Кларка решено было строить рефрактор с объективом 30 дюймов.

Стеклошлифовальный  
станок Кларка



*А. Кларк (слева)  
и его сотрудник К. Лундин  
за полировкой линзы большого  
диаметра (70-е годы XIX века)*

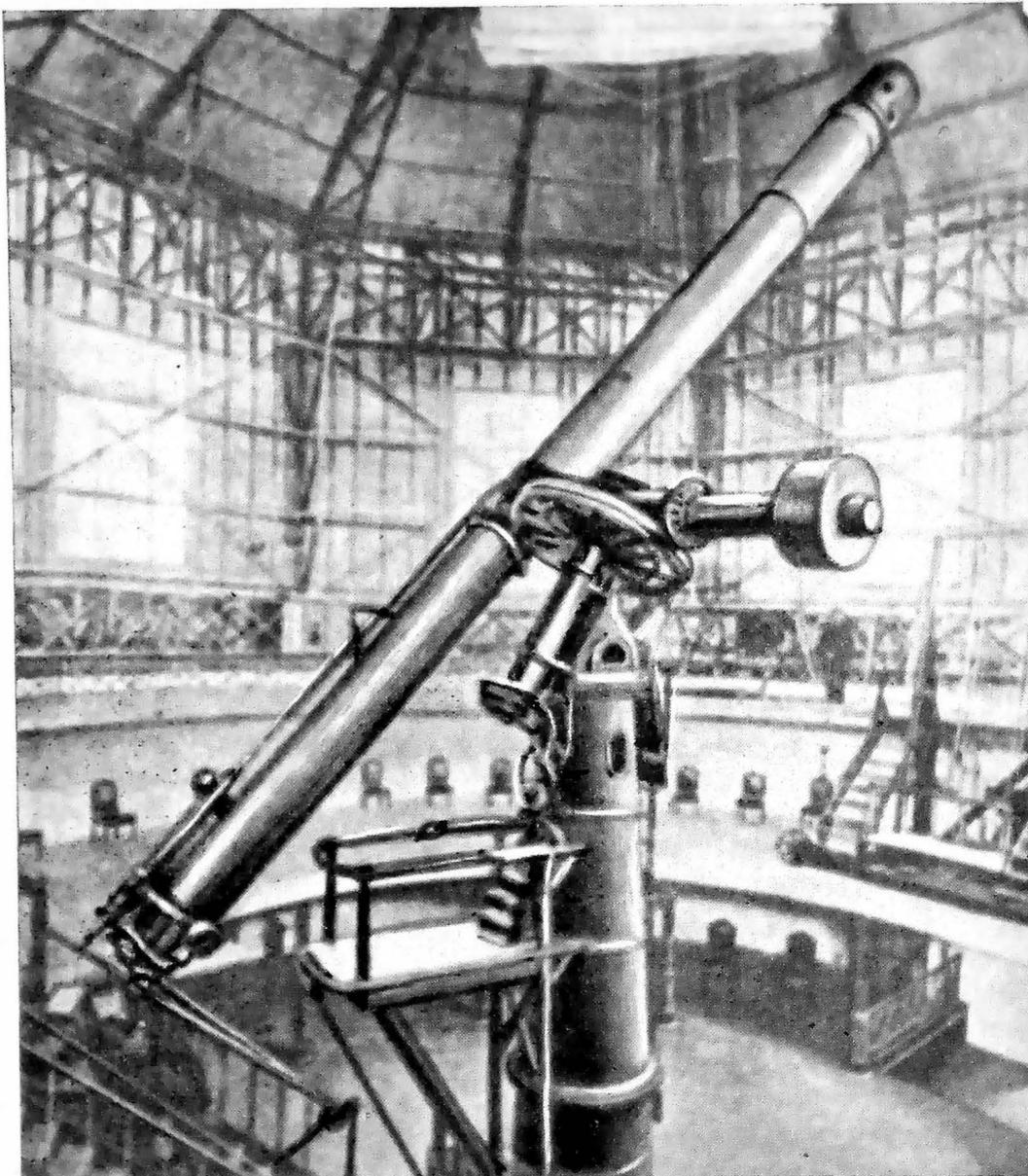
Бóльшие размеры, по общему мнению, повлекли бы за собой неизбежную деформацию линз от их собственного веса. Изготовление объектива доверили фирме Кларка.

Альван Кларк был художником-портретистом. Шлифовкой линз и зеркал он занимался как любитель. В 1851 году Кларк научился перешлифовывать старые линзы и, проверяя качество их изготовления по звездам, открыл ряд двойных систем — 8 Секстанта, 96 Кита и др. Убедившись в высоком качестве обработанных линз, он вместе с сыновьями Джорджем и Альваном Грэмом организовал сначала небольшую мастерскую, а затем хорошо оборудованное предприятие в Кембридже, специализировавшееся на изготовлении и испытании объективов телескопов. Так возникла крупнейшая в западном полушарии оптическая фирма «Альван Кларк и сыновья». Надо сказать, своими успехами она во многом была обязана английской фирме «Ченс и сыновья» и французской

фирме Фейля, которые поставляли высококачественное оптическое стекло. Фирма Кларка изготовила объектив для 18-дюймового рефрактора. Этот инструмент позволил Джорджу Кларку обнаружить у Сириуса слабый спутник — первый белый карлик. На 26-дюймовом рефракторе, объектив которого также сделали в этой фирме, Асаф Холл в 1877 году открыл спутники Марса — Фобос и Деймос.

Фирма Кларка имела лучшее по тому времени оборудование для шлифовки линз. На шлифовку самых больших линз у Кларка уходило до полутора лет. Сохранилась уникальная фотография, запечатлевшая А. Кларка и его сотрудника К. Лундина во время полировки огромной линзы.

Объектив нового пулковского рефрактора был собран из двух линз диаметром 30 дюймов, расположенных в оправе на расстоянии 5 дюймов друг от друга. Такая конструкция преследовала две цели: во-первых, тяжелые линзы (их масса около 200 кг) не приходилось демонтировать при чистке; во-вторых, сквозь боковые отверстия объектива мог проходить воздух — тем самым поддерживалась ровная температура. Стеклозаготовки для линз обязались



*30-дюймовый пулковский рефрактор*

доставить: кронгласс — завод Ченса, а флинтгласс — завод Фейля. При обработке на заводе Ченса кронгласовый диск дал трещину, поэтому новый диск для линзы также отливали на заводе Фейля. Но и он получился не совсем удачным: в одном месте скопились небольшие пузырьки воздуха. Впоследствии стало ясно, что этот дефект мог внести искажения в наблюдения только самых ярких звезд. Во время шлифовки линз оказалось, что необходимо увеличить фокусное расстояние, которое предварительно определили в 16—18 м. Пришлось переделывать конструкцию башни для этого инструмента.

В начале 1883 года фирма Кларка завершила свою работу. Испытания показали превосходное качество объектива. О. В. Струве с сыном Германом, в то время уже штатным астрономом Пулковской обсерватории, прибыли в Кембридж и заново провели испытания, в ходе которых выяснилось, что новому объективу доступны двойные звезды, а также большое количество туманностей, совершенно незаметных в 15-дюймовый рефрактор.

28 июня 1883 года гигантский объектив Кларка доставили в Пулково. К концу того же года из Гамбурга от И. Репсольда стали поступать заказанные ему части установки рефрактора, в том числе окуляр и микрометр. В августе 1884 года в Пулково приехал и сам Репсольд с двумя

опытными помощниками, которые в течение трех недель собирали всю установку. 14 октября 1884 года к трубе телескопа был привинчен объектив. Еще раньше, в сентябре 1884 года, закончилась постройка башни, спроектированной военным инженером Паукером. Внутреннее ее оборудование было готово к июню 1885 года. Таким образом, с 1885 года самый большой в мире рефрактор вновь «получил прописку» в Пулковской обсерватории.

На 30-дюймовом рефракторе Г. О. Струве детально изучил систему Сатурна — его спутники и кольца. На этом же инструменте Ф. А. Бредихин проводил свои астрофизические исследования.

Во время Великой Отечественной войны Пулковская обсерватория была разрушена, но знаменитый объектив Кларка удалось спасти.

#### **НОВАЯ РАБОЧАЯ ГРУППА СОВЕТА «РАДИОАСТРОНОМИЯ»**

Поиск планетных систем у других звезд необычайно сложен: практически он должен вестись на пределе возможностей современной астрономической техники. Поэтому так много споров вызывают нечастые сообщения об удачных работах такого рода. И все-таки поиск планетных систем становится одной из наиболее актуальных астрономических задач. Во многих обсерваториях мира начаты исследования, цель которых поиск планетных систем у других звезд. Решение такой проблемы требует комплексного подхода. Необходима координация работ, проводимых в данном направлении. Для этого при Астрономическом совете АН СССР в Совете по комплексной проблеме «Радиоастрономия» создана рабочая группа по проблеме поиска внесолнечных планетных систем. Председателем бюро рабочей группы избран член-корреспондент АН СССР В. С. Троицкий. Бюро сообщает, что «рабочая группа открыта для всех специалистов, организаций и коллективов, работающих или желающих работать в направлении наблюдательного или теоретического решения проблемы».



Доктор физико-математических наук  
Л. В. КСАНФОМАЛИТИ

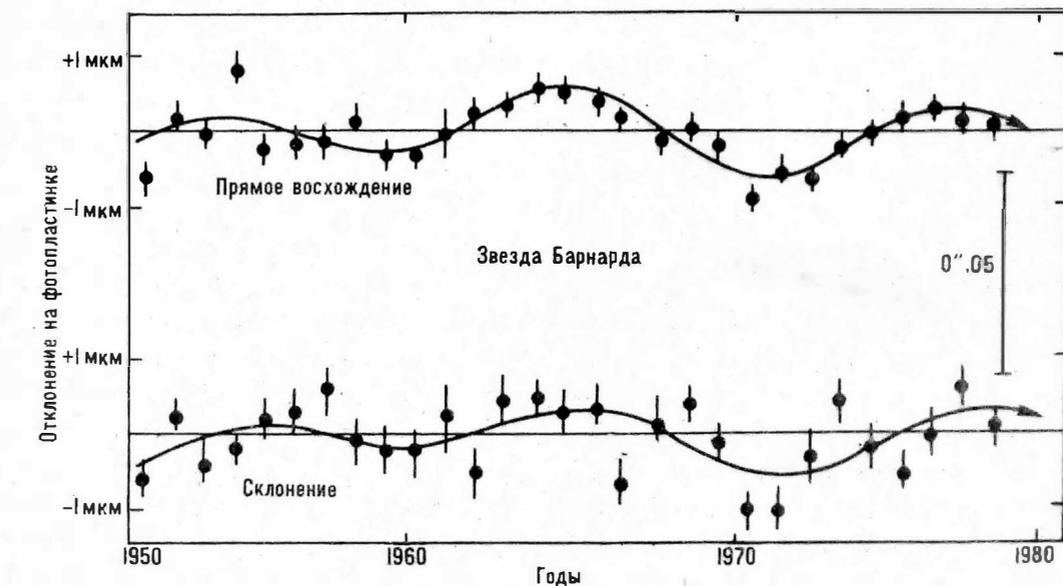
## Планетные системы у ближайших звезд — перспективы поиска

Несмотря на то, что значительную часть звезд Галактики можно изучать астрофизическими методами, ни одна планетная система у других звезд пока уверенно не обнаружена.

Но с каждым годом поиск планетных систем у других звезд становится все более актуальным. Их обнаружение важно не только для проблемы поиска разумной жизни во Вселенной (SETI), но и имело бы большое значение для планетной космогонии.

### ГДЕ ИСКАЛИ ПЛАНЕТНЫЕ СИСТЕМЫ?

Прежде всего — насколько вероятен успех поиска планетных систем, иными словами, вероятны ли планеты у других звезд? Для оценки вероятности мы сейчас располагаем прежде всего немногочисленными результатами астрометрических наблюдений. Наиболее серьезной работой представляется исследование П. Ван де Кампа, посвященное более чем 60-летним (начиная с 1916 года) наблюдениям «летающей звезды» Барнарда (Земля и Вселенная, 1979, № 5, с. 25.— Ред.). «Летающая звезда» Барнарда находится в созвездии Змееносца. Это красный карлик класса M5V с абсолютной звездной величиной  $9,54^m$ , который находится на расстоянии 1,81 пк от Солнца и имеет рекордно большое собственное движение —  $10,31''$  в год. Масса звезды мала (0,14 солнечной), поэтому ее смещение под действием тяготения предполагаемых планет с массами порядка 0,8 и 0,4 масс Юпитера должно быть достаточно большим (по расчетам П. Ван де Кампа — 0,0156 и



*Результаты обработки многолетних наблюдений П. Ван де Кампа. Каждая точка соответствует осреднению 93 снимков, сделанных за год. Вертикальная шкала — изменения положения звезды на фотопластинке в микронах*

0,0114 а. е., а большие полуоси орбит двух планет составляют 2,7 и 3,8 а. е.). Для анализа использовались 3036 фотопластинок, полученных на одном и том же 61-сантиметровом рефракторе. 2700 пластинок относятся к интервалу с 1950 по 1978 год. На 2400 из них было обнаружено изменение положения звезды, повторяющееся с периодом около 25 лет и достигающее  $0,04''$ . Измерения, сделанные П. Ван де Кампом, очень трудоемки; смещение изображения звезды на фотопластинках составляло доли микрона. Привязка выполнялась к четырем близко расположен-

ным звездам. Но величина смещения  $0,04''$ , полученная астрометрическим методом, так мала, что достичь ее средствами наземной астрометрии, считают некоторые специалисты, вряд ли было возможно.

Эти данные можно интерпретировать как обращение звездно-планетной системы вокруг общего центра масс. С наблюдательными данными лучше всего согласуется предположение о наличии двух планет с массами порядка 0,8 и 0,4 масс Юпитера и периодами обращения 11,7 и 26 лет.

Имеются также данные о существовании планетных систем и у других ближайших звезд. Однако точно ответить на вопрос, есть ли у таких звезд планетные системы, наземная астрометрическая техника пока не позволяет. Другие методы еще менее надежны.

Сомнения в том, можно ли на самом деле обнаружить планетные системы, вызвали у астрономов не-

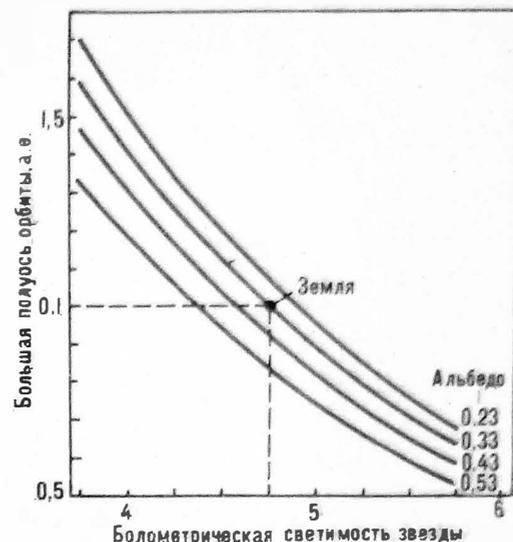
которое разочарование. Этому также способствовали работы члена-корреспондента АН СССР И. С. Шкловского и С. фон Хорнера. И. С. Шкловский полагает, что число экологически пригодных для жизни планет должно быть уменьшено (по сравнению с первоначальными предположениями) на два порядка. Критике подвергся еще один аргумент в пользу существования планетных систем. Мы имеем в виду наблюдения, связанные с моментом количества движения звезд различных классов. Массивные звезды классов О, В, А0 имеют, как правило, большой вращательный момент, убывающий от класса О к А0. Однако в интервале спектрального класса А0—А5 момент уменьшается резко, а затем, при сравнительно небольшом уменьшении массы (А5, F0, F5, G0) снижается на полтора порядка. Т. Голд указывает, что поскольку на долю планет, составляющих всего 0,2% массы Солнечной системы, приходится 98% момента количества движения, логично рассматривать суммарный момент системы. Тогда можно предположить, что у звезд классов А5—G0 момент движения перераспределяется между звездой и формирующейся планетной системой. Такое допущение подразумевает образование планетных систем у большинства звезд А5—G0 и вывод о том, что возникновение планетных систем — закономерное явление во Вселенной. Но критический анализ проблемы показывает, что уменьшение момента можно объяснить (по мнению И. С. Шкловского), например, потерей вещества с поверхности звезды. Иными словами, и потеря момента количества движения центральным светилом не может рассматриваться как безошибочное указание на образование планетной системы.

#### ПЛАНЕТНЫЕ СИСТЕМЫ КАРЛИКОВЫХ ЗВЕЗД — НЕПОДХОДЯЩЕЕ МЕСТО ДЛЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЖИЗНИ

Уверенная регистрация планетных систем у карликовых звезд, например у красных карликов — звезды Барнарда или Проксима Центавра, несом-

ненно, была бы важна для оценки доли звезд, обладающих планетными системами. Но для проблемы SETI этого недостаточно. Дело в том, что возникновение жизни на этих планетах весьма сомнительно. Правда, некоторые исследователи указывают, что, поскольку звезды-карлики расходуют свою энергию очень экономно, можно представить себе планеты вблизи звезд, расположенные в комфортной, с точки зрения человека, энергетической зоне. Такие планеты были бы обеспечены постоянной энергией от центрального светила на многие миллиарды лет. Отсюда — рекомендации изучать планетные системы звезд-карликов. К. Саган отмечает: «...если укоротить большие полуоси планетных орбит, то есть «прижать» планеты к родительской звезде, то у каждой звезды класса М может оказаться несколько планет, пригодных для жизни. В таком случае, почему бы нам не сосредоточить по крайней мере часть усилий на звездах класса М. В качестве первой цели наших исследований я мог бы порекомендовать, например, звезду Барнарда».

Такое утверждение основано на недоразумении: «прижимать» планеты к звезде придется буквально вплотную! Для примера рассмотрим несколько звезд-карликов класса М — звезду Барнарда, Крюгер 60 и η Кассиопеи, а также три звезды класса К — 61 Лебеда А и В; Омикрон Эридана. Их спектральные классы, примерные болометрические (энергетические) светимости, массы и радиусы вместе с такими же параметрами для Солнца приведены в таб-



Расчетное значение большой полуоси орбиты гипотетической планеты с равновесной температурой Земли в зависимости от абсолютной болометрической светимости центральной звезды и альбедо планеты

лице. По этим данным рассчитывалось, на каком расстоянии следует поместить планету с альбедо, равным альбедо Земли, чтобы энергия, падающая на нее, была равна известной для Земли солнечной постоянной. Эти расстояния также приведены в таблице. Рассчитывался также период обращения такой планеты вокруг центрального светила.

Результаты, приведенные в трех последних колонках таблицы, говорят о том, что во всех случаях планета должна находиться на расстояниях, меньших большой полуоси

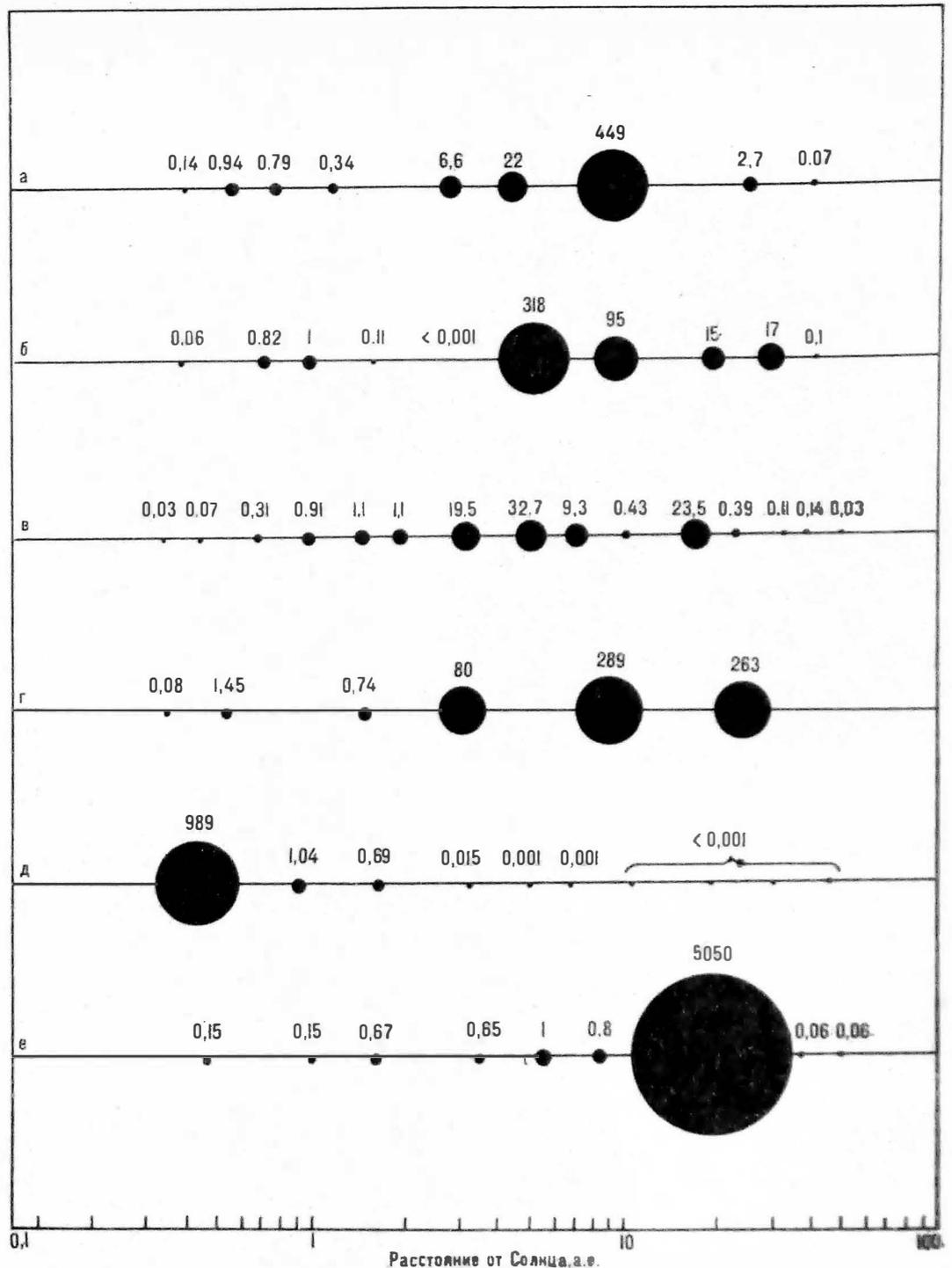
Звезда	Класс	Болометрическая светимость, зв. вел.	Масса, в единицах солн. массы	Радиус, в единицах солн. радиуса	Расстояние, а. е.	Расстояние, млн. км	Период обращения, сут.
Солнце	G2	4,75	1	1	1	150	365
Барнарда	M5V	13,15	0,14	—	0,020	3,1	2,9
Крюгер 60	M3	11,80	0,27	—	0,039	5,8	5,4
η Кассиопеи (В)	M0V	8,50	0,52	0,52	0,178	26,7	33
61 Лебеда (В)	K7V	8,30	0,60	0,84	0,195	29,2	40,6
61 Лебеда (А)	K5V	7,50	0,63	0,86	0,280	42,3	69
Омикрон Эридана	K1V	5,89	0,80	0,93	0,590	88,7	197

орбиты Меркурия (0,39 а.е.). Исключение — Омикрон Эридана. Для звезд М5 и М3 расстояние вообще всего 3—6 млн. км, а период обращения не превосходит 3—6 суток. Но и для звезд классов М0—К5 большая полуось орбиты такой гипотетической планеты была бы всего 25—41 млн. км, а период обращения 38—70 сут. Для звезд классов К7—М5 расстояние настолько мало, что приливные воздействия центральной звезды должны быть очень сильными. Следовательно, во всех случаях планета неизбежно должна затормозиться, то есть одна сторона будет постоянно обращена к звезде и сильно нагрета, а на другой будут царствовать вечная ночь и низкая температура. Возникновение и развитие жизни в таком мире представляется довольно сложным, не говоря уже о том, что планета, по-видимому, просто не могла бы сформироваться в этой зоне. Расстояние вычислено без учета конечных размеров звезды (для звезды Барнарда расстояние следует уменьшить еще на 11%).

Итак, для звезд классов от К5V до самых поздних класса М существование обитаемых планет представляется маловероятным. По-видимому, звезды малой массы и низкой светимости можно исключить из списка SETI. Разумеется, можно представить себе планету, атмосфера которой обладает сильным парниковым эффектом, как у Венеры. Такая планета, благодаря повышению температуры у поверхности, действительно, могла бы располагаться дальше от звезды. Но, как известно, для планет земной группы главный компонент атмосферы, создающий парниковый эффект, — углекислый газ. Именно он поглощается из атмосферы и усваивается растениями, если на планете возникла жизнь. Это ведет к значительному ослаблению парникового эффекта. Обратимся теперь к планетным системам, похожим на нашу.

#### СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА — ПРАВИЛО ИЛИ ИСКЛЮЧЕНИЕ?

Обратимся теперь к вопросу, насколько наблюдения, связанные с поисками планет у ближайших звезд,



Варианты планетных систем, полученные в модельном эксперименте на ЭВМ. б — Солнечная система. Цифры у кружков показывают массы планет

помогают оценке вероятного числа коммуникативных цивилизаций в Галактике. Как известно, эта вероятность выражается формулой Дрейка. Простейший вид ее таков:

$$N = R f_p n_e f_i f_l f_c L,$$

где R — частота образования звезд в Галактике;

$f_p$  — доля звезд, обладающих планетными системами;

$n_e$  — среднее число планет в таких системах, пригодных для жизни;

$f_i$  — доля планет, на которых, действительно, возникла жизнь;

$f_l$  — доля планет, на которых появились разумные формы жизни;

$f_c$  — доля планет, на которых цивилизация достигла уровня технического развития, позволяющего вступить в контакт с другими цивилизациями;

L — средняя продолжительность существования таких цивилизаций.

Как ясно из сказанного в предыдущих разделах, наблюдатели пока



не представили науке фактов, позволяющих определить множитель  $f_p$ . Но имеется много теоретических работ, рассматривающих образование звездно-планетных систем из газопылевых облаков. Существование таких облаков, окружающих звезду, во многих случаях доказано. И все же специалисты не пришли к согласию, какой именно сценарий использовала природа для формирования планетной системы. Более того, гипотезы образования планет не в состоянии решить всех проблем. В последние годы это привело к поискам нетривиального механизма, действовавшего при образовании Солнечной системы. Рассматривалась, в частности, гипотеза о близкой вспышке сверхновой в период, когда и Солнце, и протопланетная туманность находились в состоянии, благоприятном для конденсации туманности и формирования планет. Подобная гипотеза, требующая одновременного сочетания очень редких событий, делает вероятность образования планетной системы весьма низкой, но исключать такую возможность не следует.

В качестве основания для оценки  $f_p$  можно использовать имеющиеся отрицательные результаты поиска сигналов внеземных цивилизаций или отсутствие любых других форм контакта (потому что отсутствие цивилизаций могло бы означать просто уникальность подходящих планет и планетных систем). Отталкиваясь от этих фактов, некоторые ученые не без оснований утверждают: вероятность присутствия высших разумных форм жизни у какой-либо звезды менее  $10^{-12}$ , то есть наша цивилизация — единственная в Галактике.

Но многие специалисты, занимающиеся проблемой, не соглашались с тем, что отсутствие любых форм контакта эквивалентно одиночеству человечества. Рассмотрим подробнее аргументацию автора одной из последних работ пессимистического направления Ф. Тiplера, озаглавленной «Внеземного разума не существует». Используя, как и член-корреспондент АН СССР В. С. Троицкий, реальные физические ограничения, имеющиеся у цивилизации нашего типа, Ф. Тiplер подчеркивает, что основное

требование, предъявляемое обществом к исследованию и колонизации космоса, — получение максимума информации при минимуме расходов. Подобно члену-корреспонденту АН СССР Н. С. Кардашеву, Тiplер утверждает, что цивилизация в своем развитии неизбежно должна колонизовать космос, преодолев две существенные трудности. Первая — длительность полета к звездам; ведь ракетам, даже в будущем, чтобы добраться до ближайших звезд, потребуется  $10^4$  —  $10^5$  лет, а это исключает возможность пилотируемого полета. Вторая — огромная стоимость экспедиции и высокая вероятность ее отрицательного результата (нет планетной системы, нет подходящей планеты, нет жизни). Обе задачи решаются, утверждает автор, с помощью «машин фон Неймана», идея которой была предложена полтора десятилетия назад. Это высокоинтеллектуальный робот, выполняющий всевозможные работы, а также наделенный способностью самовоспроизводства (и саморемонта). Робот может перенести длительное космическое путешествие на специально спроектированной ракете. Сегодняшняя ракетная техника, отмечает Ф. Тiplер, уже приближается к требуемым характеристикам. Достигнув промежуточной цели полета, робот из имеющегося на месте материала строит 3—4 таких же, как он, устройства и направляет их к следующим звездам, и так далее. Таким образом, надо создать лишь несколько весьма сложных машин Неймана (к чему современная вычислительная техника еще не готова). Расходы на отправку первой (и единственной) экспедиции, по оценкам Тiplера, будут скромными, порядка затрат на программу «Аполлон» (освоение Галактики обойдется дешевле освоения Луны!). Далее колонизация Галактики может идти без участия человека, причем на освоение всей Галактики потребуется около 300 млн. лет. Результаты экспедиции уже не будут зависеть от продолжительности существования собственно человеческой цивилизации.

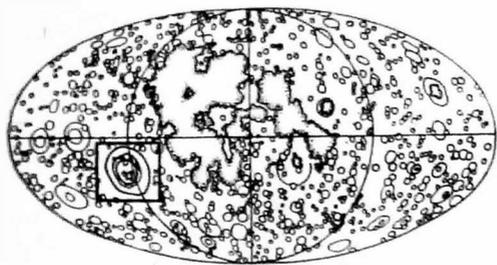
Исходя из времени существования Земли и эволюции жизни на ней,

с момента возникновения и до начала освоения космоса, Тiplер считает, что на подобную колонизацию уходит  $4,6 \pm 0,3$  млрд. лет от возникновения планетной системы. Далее следует ошеломляющий вывод: так как  $2/3$  звезд Галактики (около  $10^{11}$  звезд) старше Солнца, множество цивилизаций уже проходило этот путь, и указанный процесс должен был охватить все планетные системы, в том числе Солнечную. Поскольку никаких автоматов такого рода вокруг нас мы не наблюдаем и ничего похожего нет, подобная колонизация, судя по всему, не осуществлялась. Не осуществлялась, потому что других цивилизаций нет. Следовательно, земная цивилизация — единственная в Галактике, а может быть, и во Вселенной.

Аргументация Ф. Тiplера во многом дискуссионна. Действительно ли нужна колонизация всей Галактики, не ограничится ли цивилизация гораздо меньшими объемами? Не совсем понятно, какую пользу можно извлечь от колонизации районов, удаленных на миллионы лет пути. Но даже если Тiplер слишком драматизирует ситуацию, переоценка и увеличение полученного значения  $f_p$  хотя бы на два порядка, в сущности, не меняют дела — цивилизации все равно будут разделены расстояниями во много тысяч парсек, ибо количество таких цивилизаций останется крайне невелико.

Для этого какие-то множители в формуле Дрейка должны быть очень малы. Какие же именно?

Полагают, что однажды возникшая жизнь обязательно достигает разумных форм и технологической стадии и что это — лишь вопрос времени. Тогда очень низкое значение могут иметь лишь два множителя:  $f_i$ , определяющий вероятность возникновения жизни на планете, и  $f_p$  — вероятность образования планетной системы. Выбрать между ними трудно. Не исключено, что малы оба фактора. Но положение не безнадежно. Есть основания полагать, что в течение 80—90-х годов удастся из наблюдений определить  $f_p$  для ближайших звезд. Этой цели отвечают намеченные программы исследований.



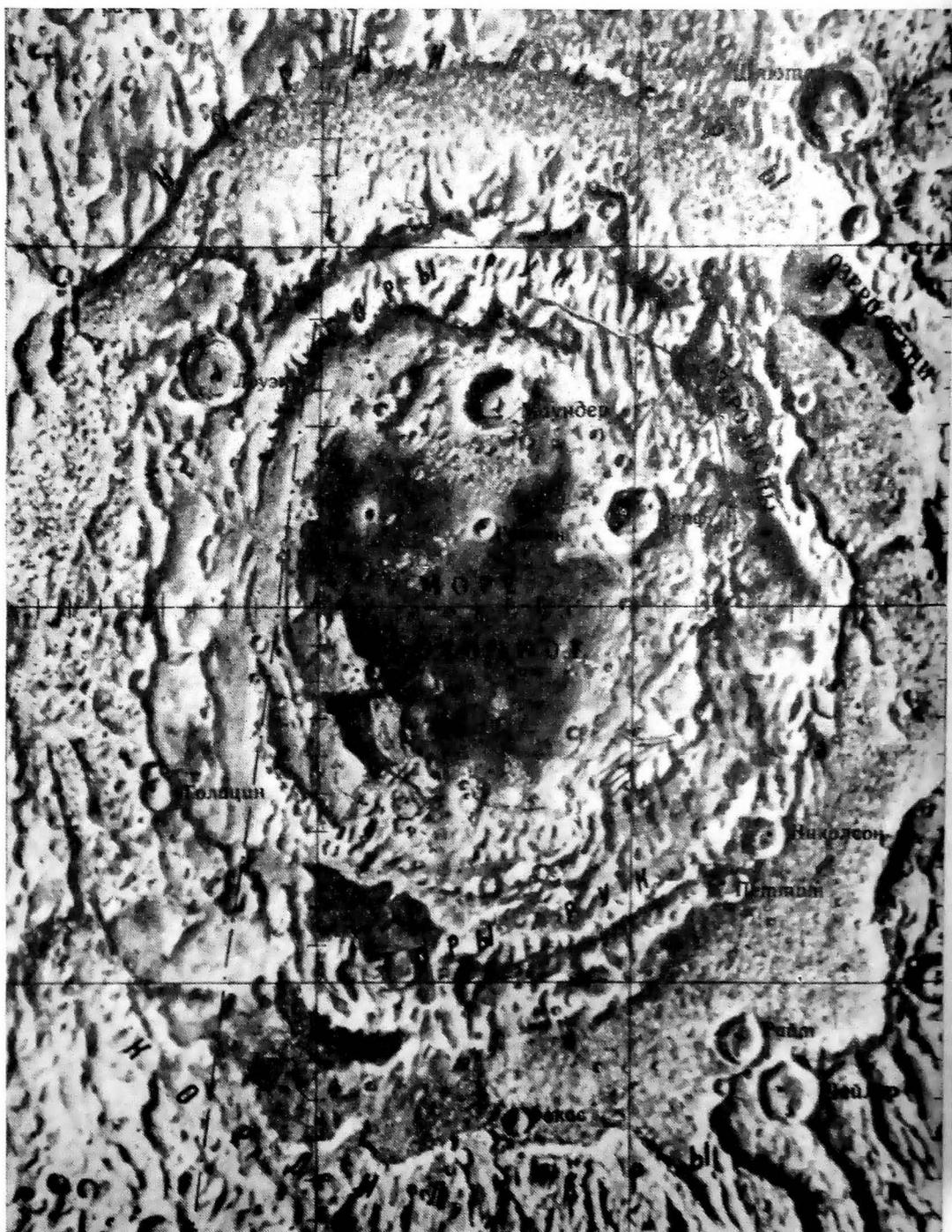
Луна — самый яркий объект ночного неба, имеющий к тому же значительный угловой размер видимого диска. В бинокль или небольшой телескоп можно разглядеть детали лунного ландшафта. Именно поэтому Луна в первую очередь привлекает внимание начинающих любителей астрономии. Естественно, что многих не удовлетворит простое обозрение лунной поверхности. Узнать о природе наиболее замечательных областей Луны поможет новая рубрика «Путеводитель по Луне». Мы надеемся, что путеводитель окажется полезным и тем любителям астрономии, которые уже имеют опыт наблюдений и интересуются проблемами изучения Луны.

Кандидат  
Физико-математических наук  
В. В. ШЕВЧЕНКО

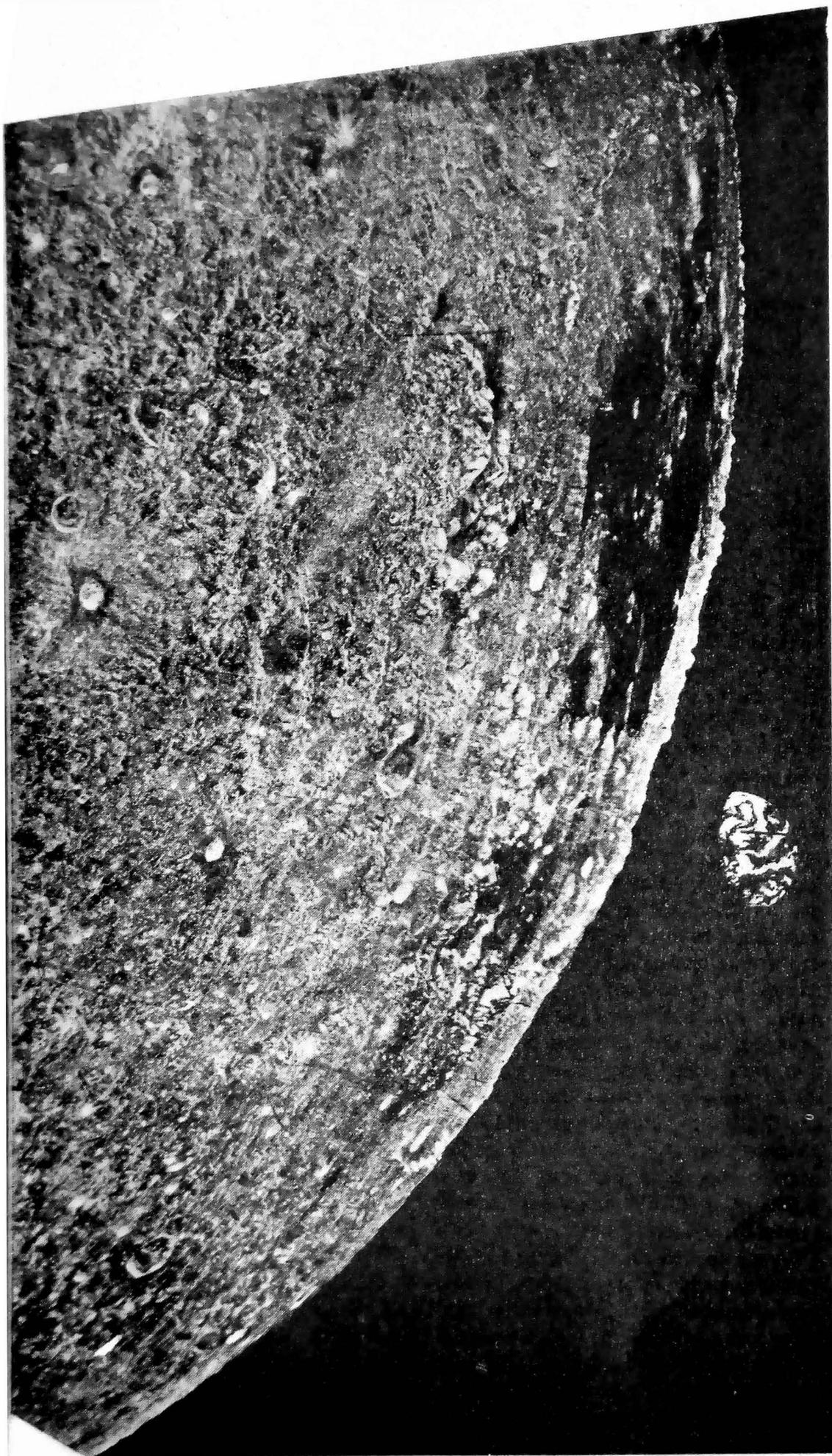
## Море Восточное

Наше путешествие по Луне мы начнем с западного края ее видимого полушария. Здесь, на границе видимого и невидимого (обратного) полушарий расположено Море Восточное. Оно принадлежит к самым крупным, планетарным формам лунного рельефа, названным «бассейнами». Это — многокольцевые структуры с максимальным диаметром свыше 300 км. На видимой стороне Луны они, как правило, заполнены морскими базальтами, так что заметны только внешние кольцевые валы. Лишь на обратной стороне Луны хорошо сохранились многокольцевые структуры. Отчетливо видны кольцевые валы и в Море Восточном.

Море Восточное лежит в юго-западной части краевой зоны видимого полушария. Своим названием оно обязано традициям докосмической эры лунных исследований. Тогда восточным краем лунного диска считалась область лимба, обращенная к восточной стороне горизонта с точки зрения земного наблюдателя. Позднее, когда начались космические полеты к нашему естественному спутнику, направления «север — юг» и «запад — восток» на Луне стали определять так же, как и на Земле. Море Восточное для земного наблюдателя оказалось на западе.



Район Моря Восточного.  
Фрагмент «Полной карты Луны»,  
изданной в нашей стране  
в 1979 году



Но прежнее название моря решили не менять, поскольку при наблюдении со стороны обратного полушария оно располагается у восточного края видимого диска.

Внутри бассейна Моря Восточного выделяют четыре концентрических вала. Центральная область, окруженная кольцевым валом диаметром 300 км, покрыта темными морскими базальтами. Два кольцевых вала Гор Рук (внутренний и внешний) имеют диаметр 480 и 642 км соответственно. Между ними тянется узкая полоса Озера Весны. Внешний кольцевой вал Кордильер диаметром около 961 км опоясывает весь бассейн.

Примечательно, что кольца лунных бассейнов имеют довольно правильную форму: отклонения внешнего кольцевого вала Моря Восточного от окружности (на сфере) составляют всего 2%.

Формирование бассейна Моря Восточного было многофазовым, продолжавшимся, по-видимому, несколько сотен миллионов лет. Появление первоначальной кольцевой структуры можно связать с падением крупного метеоритного тела около 3,95 млрд. лет назад. Если эта оценка верна, то многокольцевая структура Моря Восточного — одна из самых молодых на Луне. Дальнейшая эволюция бассейна была обусловлена эндогенной активностью лунных недр.

Предположительно 3,8 млрд. лет назад около 45% территории внутри кольца Гор Рук занимали базальтовые породы. На этом этапе морские базальты заполнили впадины двойного кольцевого вала. Так появились, например, Озеро Весны и Озеро Осени. Около 3,6 млрд. лет назад внутри Моря Восточного в трех очагах, два из которых расположены в юго-восточной части и один — в северо-западной, произошли лавовые

*Фрагмент снимка обратной стороны Луны, полученного с борта «Зонда-8». Темная область Моря Восточного располагается вблизи восточного края видимого диска Луны. Над лунным горизонтом — Земля*

излияния. Они распространились на небольшую территорию — 6% площади моря.

Интересно отметить, что в пределах внутреннего кольца бассейна зарегистрированы положительные гравитационные аномалии, а между Горами Рук и Кордильерами — отрицательные аномалии силы тяжести. Эти данные говорят о том, что в области моря можно предполагать избыточную концентрацию подповерхностного вещества, а между кольцевыми валами гор — недостаток массы. Конечно, это не означает наличия каких-то внутренних пустот. Просто недра в этой области бассейна сложены менее плотным веществом.

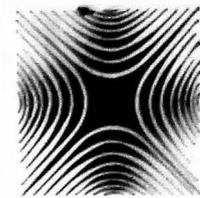
Необычны окрестности Моря Восточного. Радиальные разломы ассоциируются здесь с длинными кратерными цепочками. Выявлено более десяти разломов, вдоль которых идут цепочки кратеров. Они начинаются примерно в 150 км от внешнего кольца бассейна. Кратерная цепочка ГДЛ<sup>1</sup> прослеживается на расстоянии около 1500 км, цепочки ГИРД и РНИИ имеют длину более 600 км. Происхождение этих уникальных лунных образований еще не выяснено.

С Земли Море Восточное можно наблюдать в бинокль или небольшой телескоп на самом краю видимого диска при максимальном значении отрицательной (западной) либрации по долготе. (Величины оптической либрации приводятся в Астрономическом календаре.) В этот период на видимом диске Луны все наблюдаемые детали как бы смещаются к восточному краю. А у западного края появляются образования, расположенные в либрационной области, за пределами видимого полушария, в том числе и небольшой участок Моря Восточного. Наиболее благоприятное время для наблюдений наступает между фазами полнолуния и новолуния, когда освещен западный край видимого диска Луны.

<sup>1</sup> Названия крупнейшим кратерным цепочкам в этой области Луны даны в честь первых советских организаций, создавших научную и техническую основу для космических исследований (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 67—70.— Ред.).

В. А. ОРЛОВ

## Марки, посвященные О. Ю. Шмидту



КОСМИЧЕСКАЯ  
ФИЛАТЕЛИЯ



В филателистической летописи отечественной науки почти все, посвященное академику О. Ю. Шмидту, связано с изучением и освоением Арктики. Эти почтовые выпуски составляют значительную часть полярной филателии.

...13 февраля 1934 года. Пароход «Челюскин», на котором была предпринята попытка проплыть за одну навигацию по Северному морскому пути из Мурманска во Владивосток, раздавлен льдами в Чукотском море. Все члены экспедиции и экипаж оказались на дрейфующем льду, началась героическая «Челюскинская эпопея». За ней с волнением следил весь мир. Руководил экспедицией на «Челюскине» легендарный О. Ю. Шмидт, ставший во главе ледового лагеря. Участников рейса спасли советские летчики, которые первыми в СССР получили звание Героя Советского Союза.

В январе 1935 года советская почта выпустила специальную серию из десяти марок «Спасение челюскинцев». На марках — портреты героев-летчиков А. В. Ляпидевского, С. А. Леваневского, М. Т. Слепнева, И. В. Доронина, М. В. Водопьянова, В. С. Молокова, Н. П. Каманина. Одна из ма-

рок серии посвящена О. Ю. Шмидту. На марке дан портрет Отто Юльевича, а также изображена панорама ледового лагеря — барак, палатки, сигнальная вышка, аварийная радиостанция. Здесь же самолет, идущий на посадку по сигналу горящего костра.

В 1966 году в ознаменование 75-летия со дня рождения О. Ю. Шмидта Министерство связи СССР выпустило специальную марку с портретом ученого. Она интересна тем, что портрет показан на фоне изображения Галактики. Марка напоминает, что Шмидт был и астрономом, автором известной космогонической гипотезы.

И еще марка, посвященная О. Ю. Шмидту. Она вышла в почтовое обращение в 1980 году в серии «Научно-исследовательский флот СССР». На марке портрет ученого и научно-исследовательский корабль «Отто Шмидт».

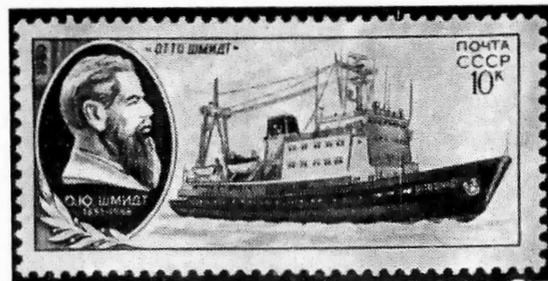
О. Ю. Шмидту посвящены также два художественных маркированных конверта, выпущенных к 90-летию со дня рождения (с сопроводительной надписью «Герой Советского Союза академик О. Ю. Шмидт 1891—1956») и в ознаменование 50-летия Института



аббревиатурой названия ИФЗ АН СССР, мемориальная бронзовая доска с горельефом ученого (Земля и Вселенная, 1979, № 1, с. 55—61.— Ред.).

Мы рассказали о почтовых выпусках, посвященных непосредственно О. Ю. Шмидту, но есть и другие марки, в которых хотя и не упоминается его имя, но их следует включить в тематический раздел «Академик О. Ю. Шмидт». Например, марки с изображением ледокольных пароходов «Г. Седов» и «А. Сибиряков». Дважды (в 1929 и 1930 годах) О. Ю. Шмидт возглавлял на «Седове» полярные экспедиции к Земле Франца-Иосифа и Северной Земле, а на «Сибирякове» осуществил в 1932 году переход из Архангельска на Дальний Восток Северным морским путем за одну навигацию.

Должны быть включены в этот раздел и марки двух других серий: «Советская воздушная экспедиция по высадке научной дрейфующей станции „СП-1“» и «Снятие со льдины полярников „СП-1“». Обе экспедиции воз-



главлял О. Ю. Шмидт, причем на флагманском воздушном корабле он первым высадился на Северном полюсе. На марках второй серии показан ледокол «Ермак», а на его палубе — И. Д. Папанин, Э. Т. Кренкель, П. П. Ширшов, Е. К. Федоров. На борту «Ермака» находился и руководивший операцией по снятию папанинцев со льдины Отто Юльевич Шмидт.

физики Земли АН СССР имени О. Ю. Шмидта. На конверте — здание института в Москве, его эмблема с

## НОВЫЕ КНИГИ

### НОВОЕ ИЗДАНИЕ КНИГИ В. П. ГЛУШКО

В 1981 году издательство «Машиностроение» выпустило в свет второе, дополненное издание книги академика В. П. Глушко «Развитие ракетостроения и космонавтики в СССР» (первое издание этой книги было выпущено в 1973 году издательством «Агентства печати Новости» на русском, английском, французском и испанском языках).

Краткое «Введение» представляет собой рассказ о многовековой мечте человечества — полетам к звездам.

В разделе книги «СССР — родина космонавтики» кратко освещена история развития советской ракетной техники и космонавтики до 1945 года, в разделе «Штурм космоса ракетными системами» — с послевоенного периода до осени 1980 года. Оба раздела насыщены огромным фактическим материалом, дающим читателям представление о масштабах многогранной деятельности научно-исследовательских опытных и промышленных организаций, которые под руководством Коммунистической партии Советского Союза

создавали уникальные советские ракетные системы. Предельно кратко и сжато характеризуются научные и народнохозяйственные задачи, которые решались в результате успешных запусков советских и зарубежных геофизических ракет, искусственных спутников Земли, автоматических межпланетных станций, пилотируемых космических кораблей.

Иллюстрации, которыми снабжена книга, весьма разнообразны: портреты ученых, конструкторов, космонавтов; изображения самолетов, ракет, ракетных двигателей, спутников, автоматических межпланетных станций, летавших к Луне, Венере и Марсу; ракеты-носители с пилотируемыми космическими кораблями. Таблицы, включенные в «Приложения» к книге, хронологически воспроизводят все основные события космической эры истории человечества.

## О ВЕНЕРЕ

«Планета Венера» (М.: Наука, 1981) — так называется новая книга А. Д. Кузьмина, адресованная широкому кругу читателей. В ее первой главе дается характеристика Венеры как планеты Солнечной системы. Вторая глава содержит обзор основных данных о поверхности этой планеты и завершается параграфом «Как выглядит поверхность Венеры».

Третья глава посвящена венерианской атмосфере — ее параметрам (давлению, температуре, плотности), химическому составу, ветрам и облакам, молниям и поносфере.

В заключении к книге автор пишет: «Прочитав эту книгу, читатель убедился в том, что планета Венера существенно отличается от Земли по ряду физических характеристик. Поверхность планеты представляет собой безводной раскаленной пустыней. Атмосфера Венеры состоит в основном из углекислого газа, а давление у поверхности примерно в 100 раз больше, чем на Земле. Облака Венеры состоят из серной кислоты. Жизнь на Венере, по-видимому, невозможна».



Кандидат физико-математических наук  
Ю. Н. ЕФРЕМОВ

## На переднем крае науки

Члена-корреспондента АН СССР И. С. Шкловского — автора книги «Проблемы современной астрофизики» (М.: Наука, 1982) не надо представлять читателям. Его имя наряду с именами С. И. Вавилова и А. Е. Ферсмана по праву включают в немногочисленный ряд имен крупнейших ученых — замечательных популяризаторов науки.

«Проблемы современной астрофизики» читаются с неугасающим интересом, хотя научно-популярные статьи, вошедшие в книгу, уже были опубликованы в журналах. Некоторые из статей широко известны и вызвали бурную дискуссию, другие же оставались рецензенту неизвестными, но, собранные вместе, они производят исключительно сильное впечатление. И тематика их, и высказываемые в них мысли затрагивают самые глубокие проблемы мироздания и человеческого существования, по-настоящему волнуют и побуждают к размышлениям.

Для физика и астронома сборник особенно интересен, поскольку содержит множество сведений и ряд любопытных задач и гипотез. А мы хорошо знаем, что гипотезы, высказываемые И. С. Шкловским, заслуживают особого внимания — многие из них надежно подтверждены и настолько прочно вошли в систему астрономических знаний, что воспринимаются как общее достояние, как само собой разумеющееся положение. Пример тому — гипотеза о происхождении и эволюции планетарных туманностей, излагаемая в одной из статей сборника.

Первая статья посвящена в основном взаимосвязи астрономии и фи-



зики и написана еще в 1969 году. Истекшие годы принесли множество подтверждений развиваемой автором мысли о том, что астрономия вновь, как в XVII и XVIII веках, вышла на передний край науки и восстановила теснейшие связи с физикой. Об этом идет речь и в заключительной статье («Современная астрофизика и философия диалектического материализма»), в которой справедливость ряда основных положений диалектического материализма демонстрируется яркими данными современной астрономии. Известная читателям журнала проблема массы покоя нейтрино решается средствами физики, но эта проблема имеет не

меньшее значение и для астрономии, поскольку ненулевая масса нейтрино означает замкнутость Вселенной (Земля и Вселенная, 1980, № 5, с. 24—25.— Ред.). Физики в данном случае не только проверяют важнейшие достижения последних лет — единую теорию слабых и электромагнитных взаимодействий, но и решают задачу, на которую астрономы потратили десятки лет, наблюдая красные смещения предельно далеких галактик. Трудно найти более яркий пример единения физики элементарных частиц и космологии, более яркий пример единства противоположностей — бесконечно большого и бесконечно малого.

О философской, в сущности, проблеме истинности результатов астрономии идет речь и в статье «Первое 20-летие космической эры и астрономия». И. С. Шкловский обращает внимание на то обстоятельство, что может быть, самым важным результатом прямых исследований тел Солнечной системы космическими аппаратами является подтверждение картины Солнечной системы, сложившейся при астрономических наблюдениях. «Отсюда,— заключает автор,— с непреложностью следует вывод, что наши знания о природе звездной системы — Галактики, а также Метагалактики в основном соответствуют действительности и вполне надежны» (с. 29). Следует присоединиться к выводу И. С. Шкловского о том, что, несмотря на всю значимость непосредственных исследований планет, ставших возможными благодаря развитию космической техники, наблюдения в недоступных с Земли диапазонах длин волн имели для астро-

номии и физики большее значение. Он справедливо отмечает, что, подобно Луне, планеты все больше выходят из юрисдикции астрономов.

Многочисленные возражения, как известно, вызывает изложенное и в сборнике заключение И. С. Шкловского о возможной уникальности разумной жизни во Вселенной. Основываясь на вполне логичных предположениях, он приходит к выводу, что всего за 10 млн. лет цивилизация должна освоить Галактику или хотя бы оставить бесспорные следы своего существования во всей Галактике, а поскольку этого нет — мы одиноки... Мало кто сделал больше И. С. Шкловского для пропаганды множественности обитаемых миров, и очень не хочется соглашаться с его новой точкой зрения.

Во всяком случае, рецензенту представляется, что в последние годы выявились два новых важных обстоятельства. Во-первых, возраст старейших звезд второго поколения (население I) оказывается не 10—12, а около 5 млрд. лет. Возраст Земли 4,6 млрд. лет, и это означает, что земная жизнь (может быть едва ли не самой старой в Галактике и наша цивилизация — наиболее технологически развитой (в окружении старейших звезд первого поколения — население II, — почти лишенных элементов тяжелее гелия, жизнь не могла зародиться)). Во-вторых, все больше оснований полагать, что Солнце находится в весьма благоприятных если не для зарождения, то для сохранения жизни условиях. Его расстояние от центра Галактики почти, а возможно, даже точно совпадает с радиусом коротации — расстоянием от центра Галактики, на котором равны скорости вращения спирального узора и звезд. Внутри спиральных рукавов повышены плотность газа и напряженность магнитного поля, идет интенсивное звездообразование, приводящее к большой плотности горячих звезд и сверхновых, — словом, попадание в спиральную волну плотности, неизбежное для звезд, далеко отстоящих от радиуса коротации, губительно для всего живого. Естественно полагать, что жизнь развивается всюду, где

условия близки к земным, и по тем же законам. Только близ старейших звезд второго поколения, похожих на Солнце и расположенных близ радиуса коротации (важно, чтобы в опасной близости от них не взрывались сверхновые), можно ожидать разумную жизнь, и потому не исключено, что наша цивилизация — старейшая в Галактике. Мы и в самом деле можем быть практически одинокими: разум редок, а возможности его сравнимы или уступают нашим. Но мы одиноки лишь, пока «не подрастут» наши младшие братья по разуму...

Для решения проблемы внеземных цивилизаций необходим общий резкий подъем технического вооружения астрономии. Мы уже сейчас способны были бы принять сигналы передатчиков, аналогичных существующим, из любого пункта Галактики, но пригодных для этого радиотелескопов в мире один-два. Нужно в течение длительного времени прослушивать тысячи звезд типа Солнца, расположенных вдали от коротационного радиуса и очагов звездообразования, прежде чем проблема внеземного разума получит хоть какие-то наблюдательные основания. И это может быть только побочным продуктом общего развития астрономии.

Великолепный обзор современных представлений об активности ядер галактик и квазаров содержится в одной из статей сборника. Следует сказать, что принципиально проблема квазаров решена именно на пути, по которому первым пошел И. С. Шкловский. Он первый отметил сходство характеристик квазаров и ядер сейфертовских галактик. Другое дело, что конкретный механизм выделения чудовищной энергии квазаров, этих суперактивных ядер галактик, вызывает еще споры: в статье приводятся аргументы в пользу предположения, что энергия выделяется при падении вещества на сверхмассивный объект (черную дыру?), находящийся в центре галактик.

Ряд конкретных задач, важных и для физики, и для астрономии, поставлен перед теоретиками в статье «Физика плазмы и астрономия». Еще

одна статья посвящена сверхновым звездам и их остаткам, общепринятая теория которых создана И. С. Шкловским, а другая — перспективам гамма-астрономии, одинаково важным для исследования и межзвездной среды, и поздних стадий звездной эволюции.

Весьма интересная, вызывающая споры статья называется «Вторая революция в астрономии подходит к концу». Немало нужно смелости, чтобы сделать такой вывод, но не согласиться с И. С. Шкловским нельзя: основы истинных представлений о строении и эволюции Вселенной уже созданы, и они нерушимы. Вселенная населена галактиками, она расширяется, а галактики состоят в основном из звезд, источником энергии которых служат термоядерные реакции. Вторая революция подходит к концу и потому, что только единожды в истории астрономии может свершиться раскрытие перед наблюдателем всего диапазона длин волн электромагнитного излучения. Именно в превращении астрономии во всеволновую и эволюционную видит И. С. Шкловский содержание второй революции. Рецензенту представляется, однако, что главное содержание астрономической революции — в изменении картины мира (Земля и Вселенная, 1978, № 3, с. 50) и отсчитывать начало второй революции надо с работ Э. Хаббла, доказавшего существование других галактик и расширения Вселенной. Дальнейшим этапом революции было создание теории строения и эволюции звезд, а достижения внеатмосферной астрономии и радиоастрономии, которые подтвердили и развили складывающуюся картину, стали лишь завершающим этапом этой революции. Пожалуй, наибольшее достижение современной науки в том, что она может точно указать, что именно мы уже знаем, а чего пока не понимаем. Абсолютное большинство физиков и астрономов согласно с выводом, который делает и И. С. Шкловский: сфера неизвестного в астрономии заключена в ранних стадиях расширения Вселенной, в сингулярности, которая, может быть, таится и во взрывах сверхновых, и в активности

галактических ядер. Решение этой проблемы будет означать новую революцию и в астрономии, и в физике.

Несколько слов о недостатках книги: они прежде всего в том, чего в ней нет. Тексты написанных довольно давно статей практически не изменены, и это хорошо — ретроспектива необходима, но, конечно, читатель хотел бы здесь же узнать, что дали уже свершившиеся исследования, и в первую очередь рентгеновские, о которых в сборнике говорится в будущем времени.

На страницах книги снова проявилось блестящее литературное дарование И. С. Шкловского, знакомое и по другим его произведениям, огромная эрудиция, смелый полет мысли. Сборник его статей — прекрасный подарок любителям астрономии.

## ЮНЫМ АСТРОНОМАМ

Школьникам VI—VII классов адресована небольшая книга Е. А. Саркисян «Небесные светила — надежные ориентиры» (М.: Просвещение, 1981). Это пособие для учащихся, которые желают углубить знания, полученные в курсах природоведения и физической географии.

В первой главе («Звездное небо») прежде всего дается понятие о шкале звездных величин и способах отыскания основных созвездий. Остальные параграфы этой главы посвящены небесной сфере и угловым измерениям на ней, а также способам ориентировки по Полярной звезде и некоторым созвездиям.

Вторая глава («Путь Солнца зимой и летом») знакомит с видимым годовым движением Солнца и способами ориентировки по нашему дневному светилу.

В третьей главе («Луна — спутник Земли») рассказывается о смене лунных фаз, затмениях, о природе Луны и об ориентировке по Луне.

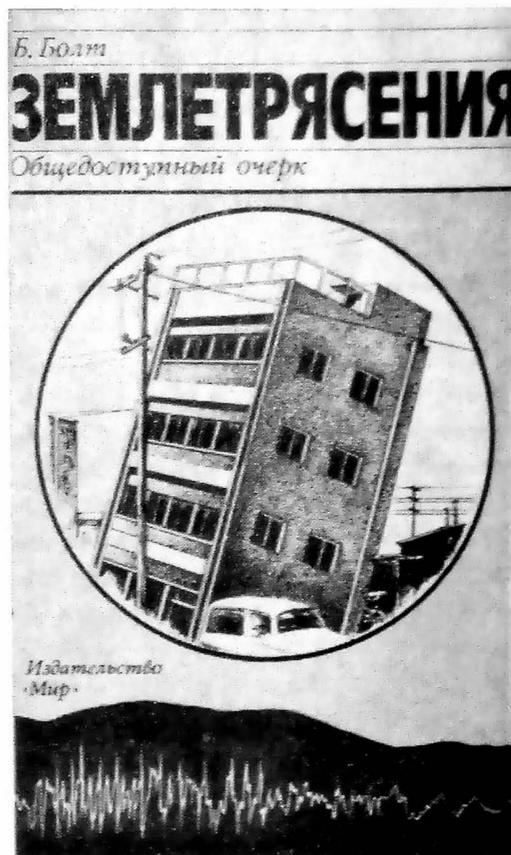
Приложения к книге содержат образцы таблиц, которые учащимся рекомендуется составить в результате проведенных наблюдений, а также справочные данные, необходимые наблюдателям, подвижную карту звездного неба и описание «звездных часов».

Кандидат  
геолого-минералогических наук  
В. Н. ШОЛПО

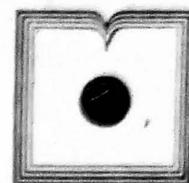
## Все о землетрясениях

В наше время о сильном землетрясении, происшедшем в любом районе Земли, через несколько часов узнают почти все жители планеты. Радио, телевидение, газеты доносят трагическое известие до самых отдаленных мест. Поэтому может сложиться впечатление, что землетрясения в последние годы происходят чаще, чем случались в предыдущие столетия. Это, конечно, не так. Хотя, несомненно, бывают годы, когда сейсмические катастрофы как будто «сгущаются» и поражают в короткие периоды времени различные участки земного шара. И все же у нас пока нет надежных данных, чтобы судить об изменении сейсмической активности Земли в нашем столетии по сравнению с предыдущим. Дело в том, что только в последние столетия возникла и развилась система инструментальной регистрации землетрясений — сеть сейсмических станций. Кроме того, увеличение численности людей и строительство крупных промышленных и других сооружений, в том числе и в сейсмоопасных районах, делает природные катастрофы особенно губительными. И вполне понятен тот интерес, который вызывает литература об этих грозных явлениях природы.

Выход в свет перевода книги известного американского сейсмолога Б. Болта в значительной мере удовлетворяет этот интерес. Книга, вышедшая в издательстве «Мир» в 1981 году, названа просто — «Землетрясения». К названию добавлен подзаголовок, который переведен как «общедоступный очерк», а буквально означает «азбука» или «букварь». Книга многопланова и многофунк-



циональна. Это и популярное изложение современного состояния наук о землетрясениях, доступное и интересное для всех любознательных, это и краткое справочное пособие для специалистов не сейсмологов, но работающих в смежных областях наук о Земле, это и учебник для студентов начальных курсов геологических специальностей, это и руководство для жителей и административных властей сейсмоопасных районов. Со справочником книгу сближают 8 приложений, помещенных после основного текста и содержащих список крупнейших землетрясений на земном шаре и — отдельно — Северо-



КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

американского континента, шкалу интенсивности землетрясений, шкалу геологического времени и другие сведения. Функции учебника подчеркиваются контрольными вопросами и ответами на них, словарем терминов, а также десятью дополнениями, вкрапленными в основной текст. В дополнениях даны примеры определения магнитуды землетрясения, определения положения плоскости разрыва в очаге, план работ по оценке сейсмического риска на участке, выбранном для строительства.

Но прежде всего книга Б. Болта — это обстоятельный и систематический рассказ о том, что знает сегодня наука о землетрясениях и как их изучает. В одиннадцати главах книги простым и ясным языком рассказывается, где происходят землетрясения, каковы их причины, какими приборами и как изучают землетрясения, какие существуют возможности для прогнозов сейсмической опасности и какие меры защиты следует принимать для уменьшения губельных последствий сильных толчков. Специальные главы посвящены описанию геологических разрывов и связанных с ними сейсмических толчков или явлениям, сопровождающим землетрясения в океанах, — цунами, извержениям вулканов.

Круг вопросов, рассмотренных автором, широк и почти исчерпывающе освещает основные проблемы сейсмологии. К тому же книга насыщена

примерами событий, связанных с крупнейшими катастрофами. Автор о них рассказывает в скупом документальном стиле протокола, и от этого они производят еще более сильное, более драматичное впечатление. Язык книги отличает некоторая суховатость, что в данном случае надо признать достоинством, так как создается ощущение деловитости и строгости. Автор старается вместить в сравнительно небольшой объем максимум информации. При этом сложные теоретические вопросы, касающиеся физики твердого тела или распространения разных типов сейсмических колебаний внутри Земли, удается изложить кратко и ясно, не впадая в вульгаризацию или излишнее упрощение явлений, чем так часто грешат научно-популярные книги.

Проиллюстрировать факты, приводимые Б. Болтом, помогает хорошая графика. Многочисленные фотографии не только поясняют текст, но повышают достоверность приводимых сведений, а схемы и графики делают предельно ясными самые сложные явления. Хочется особенно отметить рисунок, где очень наглядно показано различие в типах сейсмических волн, а также рисунки, сопровождающие одно из дополнений, объясняющее способ установления плоскости разрыва в очаге.

К сожалению, автор книги мало знаком с состоянием наук о землетрясениях в нашей стране. Об этом

свидетельствует и список литературы (правда, он рассчитан в первую очередь на англоязычного читателя), и текст, в котором мало говорится о европейских землетрясениях и совсем ничего не говорится о землетрясениях в нашей стране. Нет упоминаний и о работах советских сейсмологов в изучении землетрясений и в разработке разных аспектов проблемы прогноза сейсмической опасности. А ведь сейчас можно уверенно сказать, что едва ли не во всех вопросах, связанных с изучением сейсмичности, СССР — одна из ведущих стран мира. Это особенно проявилось в недавно осуществленном (по линии ЮНЕСКО) проекте изучения сейсмичности такого сложного региона, как Балканский. Указанные пробелы могли бы быть восполнены в предисловии к переводу, где вполне уместно кратко охарактеризовать состояние этой отрасли науки в нашей стране и дополнить список литературы для советского читателя еще некоторыми изданиями. Отмечая высокое качество перевода, сохранившего особенности стиля автора, следует обратить внимание на некоторые редакторские промахи. Но все это, разумеется, не умаляет достоинств книги Б. Болта. Она, без сомнения, найдет и уже нашла читателя в самых широких кругах специалистов и неспециалистов. Полезное и нужное дело сделало издательство «Мир», выпустив в свет книгу Б. Болта «Землетрясения».

## НОВЫЕ КНИГИ

### ГОРНЫЕ РАБОТЫ В ОКЕАНЕ

Мировой океан богат многими ценными металлами и минералами, и подчас разработка подводных месторождений оказывается выгоднее, чем добыча сырья на суше. Сложной проблеме освоения природных ресурсов океана посвящена научно-популярная книга С. Ю. Истошина «Морской горный промысел» (М.: Наука, 1981).

Книга состоит из пяти глав. В первой автор рассказывает о методах

извлечения солей и ценных элементов (йода, магния, редких металлов) из морской воды. Морские россыпи, их поиск и разведка, специальное оборудование для разработки прибрежно-морских и подводных месторождений — тема второй главы книги. Читатель узнает о современных комбинированных горнодобывающих комплексах, которые объединяют надводные средства с донным оборудованием.

«Шахты в море» — так называется третья глава книги, в ней идет речь о добыче твердых полезных ископаемых в океане. Сейчас на земном шаре работает около 60 одних только угольных подводных шахт, ежегодная стоимость добываемого угля исчисляется сотнями миллионов долларов. Добыче нефти и газа в море

посвящена четвертая глава. Здесь описаны морские стационарные и плавучие буровые установки, особое внимание уделено вопросу транспортировки и хранения горючих ископаемых. Автор затрагивает экологические аспекты проблемы в связи с ростом нефтяного загрязнения океана. О добыче минерального сырья и металлов с больших глубин речь идет в заключительной главе книги. С интересом читаются страницы, посвященные прошлому и нынешнему дню исследований железомарганцевых конкреций и металлоносных плов.

Книга содержит 17 справочных таблиц и специальный словарь терминов, облегчающих понимание многих вопросов морской геологии и горного дела.

## О СОФЬЕ КОВАЛЕВСКОЙ

Выдающаяся русская женщина-математик Софья Васильевна Ковалевская (1850—1891) внесла, как известно, значительный вклад в понимание природы колец Сатурна. В ее работе «Дополнения и замечания к исследованию Лапласа о форме кольца Сатурна» ярко проявился талант математика, способного найти блестящее решение труднейших прикладных задач. С. В. Ковалевская неоднократно обращалась и к другим задачам, относящимся к различным областям физики и механики. Эти работы, как и основные труды в области «чистой» математики, вошли в научное наследие С. В. Ковалевской — члена-корреспондента Петербургской академии наук, профессора Стокгольмского университета, писательницы и передовой общественной деятельницы своего времени.

Жизни и творческой деятельности замечательной женщины посвящена книга академика П. Я. Кочиной «Софья Васильевна Ковалевская», которую выпустило в свет издательство «Наука» в 1981 году. Пелагея Яковлевна Кочина поставила перед собой задачу «изложить в компактной форме основное из многочисленных материалов о жизни нашей соотечественницы» и, широко используя архивные материалы, постаралась свести воедино сведения о С. В. Ковалевской. Книга содержит авторское предисловие, восемь глав («Детство», «Юность», «Годы ученья», «Возвращение на родину», «Годы научной деятельности», «Задача о вращении твердого тела», «Литературная и общественная деятельность», «С. В. Ковалевская и математика ее времени»), заключение, приложение, библиографию, основные даты жизни и деятельности С. В. Ковалевской и указатель имен.

Ответственные редакторы книги академик А. Ю. Ишлинский и кандидат физико-математических наук З. К. Соколовская.

Книга заинтересует всех, кто следит за развитием отечественной и мировой науки.

## «ТАЙНЫ ОБРАЗОВАНИЯ НЕФТИ И ГОРЮЧИХ ГАЗОВ»

Так называется научно-популярная книга М. К. Калинко, выпущенная в 1981 году издательством «Наука». Книга, состоящая из введения и восьми глав, знакомит с различны-

ми представлениями о происхождении нефти и углеводородных газов. Первая глава посвящена поискам и добыче нефти в разных странах с древнейших времен, а также распространения нефти на земном шаре и ее использованию в хозяйственной деятельности человека.

О составе нефти и горючих газов рассказывается во второй главе книги (все же в нефти к настоящему времени удалось определить 425 индивидуальных углеводородов, в действительности же их значительно больше). История развития нашей планеты и образование нефти и газов в ее недрах — тема третьей главы. В четвертой главе автор в увлекательной форме рассказывает о месторождениях нефти и природных горючих газов, их строении и распространении, а также о методах поиска этого горючего сырья.

Как возникали различные представления и гипотезы о происхождении нефти и углеводородных газов? Какие из этих гипотез сохранились до настоящего времени и почему возникли новые? В чем суть современной органической теории происхождения нефти и горючих газов? Какова ее аргументация и подтверждается ли эта теория на практике? На все эти вопросы читатель найдет ответ в трех следующих главах книги. О задачах, которые встают в ходе работ, связанных с разведкой нефтяных и газовых месторождений, автор рассказывает в последней главе книги.

Книга адресована всем, кто интересуется проблемами геологии и геофизики.

## СТРАНА ЛЕДЯНЫХ КУПОЛОВ

На полпути от берегов Евразии к Северному полюсу в Ледовитом океане есть «россыпь» островов — Земля Франца-Иосифа. Истории исследования этого архипелага и его уникальной природе посвящена научно-популярная книга В. А. Маркина «Планеты ледяной венец» (Л.: Гидрометеиздат, 1981). Книга состоит из четырех небольших глав, в которых прослеживается длительный и трудный путь освоения этого самого северного участка суши Евразии.

Книга повествует о международных исследованиях в Арктике, начиная с австрийской экспедиции под руководством Ю. Пайера, открывшей в 1873 году ледяной архипелаг, и кончая современными экспедициями. Попутно автор знакомит читателя с животным и раститель-

ным миром, с ледовой обстановкой на Земле Франца-Иосифа. Оказывается, ледники архипелага очень молоды, они возникли всего два с половиной тысячелетия назад. Собрание уникальных ледяных куполов на архипелаге (среди них есть даже купол Чюрлениса, напоминающий своими очертаниями известную картину литовского художника) — своеобразный музей под открытым небом. Природа здесь почти не «травмирована» человеком, и потому можно наблюдать природные процессы в их естественном виде.

В историческое повествование автор умело вплетает четыре «отступления в МГГ». Непосредственный участник гляциологической экспедиции на Землю Франца-Иосифа во время Международного геофизического года, он рассказывает о сегодняшнем дне проводимых там исследований — географических, картографических, ионосферных, метеорологических. Книга, украшенная уникальными цветными фотографиями, предназначена для всех, кто интересуется изучением полярных районов нашей планеты.

## О ПЕРВЫХ МИНУТАХ

В 1981 году «Энергоиздат» выпустил книгу известного физика — теоретика С. Вайнберга «Первые три минуты». Книга, излагающая важные проблемы космологии, вышла под редакцией, с предисловием и дополнением академика Я. Б. Зельдовича. Перевод с английского выполнен кандидатом физико-математических наук А. В. Берковым.

Характеризуя книгу Я. Б. Зельдович пишет: «Предлагаемая книга уникальна по своему стилю: сложные вопросы, находящиеся в центре внимания современной науки, излагаются простым языком, без математических формул, доступно для читателя, обладающего общей культурой и неспециалиста в области физики или астрономии... Вайнбергу удалось великолепно показать ту драму идей, борьбу, сотрудничество и переплетение различных школ мышления, без которых не обходится развитие науки». Редактор русского перевода считает, что книга стала бестселлером в США и Западной Европе благодаря соединению трех уникальных качеств — темы, стиля и личности автора.

Прежде всего автор книги останавливается на разъяснении физического смысла понятия «расширение Вселенной» и знакомит читателей с космическим фоном микроволнового излучения. Далее автор

приглашает читателя приготовить «рецепт горячей Вселенной», то есть выяснить, что представляло собой то «вариво», которое в конце концов превратилось в нашу теперешнюю Вселенную. После такой подготовки читатель уже может сравнительно легко следить за ходом событий, которые сопровождали космическую эволюцию в течение ее первых трех минут. Многие читатели наверняка заинтересуются и такие главы книги, как, например, «Историческое отступление», где рассматривается история трех последних десятилетий исследований в области космологии. В «Эпilogue» автор анализирует возможные перспективы наблюдаемого сегодня расширения Вселенной.

Книга снабжена толковым словарем терминов, математическими дополнениями, а также дополнениями, сделанными автором русского перевода. Читателям рекомендована и обширная литература для дальнейшего чтения.

## «ФИЗИКА» ОРИРА

Профессор Корнельского университета Джей Орир известен многим нашим читателям прежде всего как автор книги «Популярная физика», которая трижды издавалась в нашей стране (М.: Мир, 1964, 1966, 1969).

В 1981 году издательство «Мир» выпустило новую книгу Дж. Ори-

ра — «Физика». Книга вышла в двух томах (перевод с английского под редакцией Е. М. Лейкина). Автор книги — известный специалист в области строения вещества, начинавший почти четверть века назад свою деятельность под руководством Энрико Ферми. В своей новой работе он наглядно показывает, насколько эффективно рассмотрение курса физики с позиций анализа ее основных принципов и тесной взаимосвязи различных разделов этой науки. По мнению редактора перевода, в этой книге, «как ни в каком другом учебнике... сокращен разрыв между „традиционным“ и „современным“, тем, что было известно уже давно, и тем, что лишь вчера вышло из стен лаборатории».

Курс физики Дж. Орира примерно соответствует тому, что обычно изучается в высших учебных заведениях первые два-три семестра (курс общей физики). В первый том включена механика (одномерное двумерное движение, динамика, гравитация, работа и энергия, закон сохранения энергии, релятивистская кинематика и динамика, вращательное и колебательное движение), а также основы молекулярной физики, термодинамики, электростатики и электромагнетизма. Второй том открывают разделы, посвященные электромагнитному излучению и

волнам, взаимодействию излучения с веществом. Далее следует изложение физической и геометрической оптики. От волновой природы вещества автор переходит к основам квантовой механики и атомной физики. Такие вопросы, как, например, электропроводность и сверхтекучесть, рассматриваются в главе о конденсированных средах. Заключительные главы курса — «Ядерная физика», «Астрофизика» и «Физика элементарных частиц».

Приложения к книге содержат необходимый минимум сведений о физических и астрономических константах, единицах измерения, элементах математики.

В книгу включено много задач и упражнений.

Привлекательно внешнее и внутреннее оформление книги. На первой странице обложки помещена фотография Стоунхенджа, а на четвертой — фотография здания Национальной лаборатории имени Э. Ферми (США). Сам текст великолепно проиллюстрирован выразительными схемами, графиками и фотографиями тех или иных физических явлений.

## СТАТЬИ И ЗАМЕТКИ О ПРОИСХОЖДЕНИИ И ЭВОЛЮЦИИ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И ЗВЕЗД, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В «ЗЕМЛЕ И ВСЕЛЕННОЙ» В 1965—1981 ГОДАХ

### I. СТАТЬИ

Амбарцумян В. А.	Нестационарные объекты во Вселенной и их значение для космогонии	1968, № 4, с. 2—10	Дробышевский Э. М.	Как возникают двойные звезды?	1976, № 3, с. 70—76
Баранов В. И.	Возраст тел Солнечной системы	1969, № 1, с. 22—27	Кусков О. Л., Хитаров Н. И.	Ранняя стадия физико-химической эволюции Земли	1980, № 3, с. 59—64
Беркнер Л., Маршалл Л.	Кислород и эволюция	1966, № 4, с. 32—39	Ефремов Ю. Н., Ефремов Ю. Н.	Жизнь звезд	1965, № 2, с. 23—31
Бронштэн В. А.	Происхождение астероидов	1971, № 5, с. 53—59	Ибен И.	Из чего образуются звезды?	1971, № 4, с. 54—63
Войткевич Г. В.	Вымершие изотопы в истории Солнечной системы	1969, № 6, с. 8—13	Левин Б. Ю.	Звездная эволюция	1969, № 4, с. 19—26
Всехсвятский С. К.	Кометы — свидетели истории Солнечной системы	1975, № 4, с. 70—73	Левин Б. Ю.	Вопросы планетной космогонии наших дней	1967, № 6, с. 49—55
			Левин Б. Ю.	Происхождение Земли	1971, № 6, с. 8—13

Левин Б. Ю.	Проблемы планетной космогонии	1979, № 3, с. 2—6
Левин Б. Ю.	Связь метеорного вещества с кометами и астероидами	1980, № 6, с. 5—9
Левин Б. Ю., Маева С. В.	Загадки происхождения и истории Луны	1975, № 1, с. 22—28
Пикельнер С. Б., Бычкова В. С.	Эволюция тесных двойных звезд	1972, № 5, с. 22—26
Радзиевский В. В.	Тайна рождения косматых светил	1981, № 4, с. 56—60
Рускол Е. Л.	История системы Земля — Луна	1965, № 5, с. 2—10
Рускол Е. Л.	Катастрофы в ранней истории системы Земля — Луна	1970, № 3, с. 73—74
Сафронов В. С.	Развитие теории Шмидта	1972, № 4, с. 18—23
Хербиг Дж.	FU Ориона — звезда в процессе образования	1966, № 3, с. 19—27
Эйнасто Я., Йыэвээр М.	Развитие теории эволюции звезд	1975, № 2, с. 77—81

## II. ЗАМЕТКИ

Всегда ли Фобос был спутником Марса	1970, № 6, с. 37
Инфракрасные звезды	1968, № 3, с. 52—53
Почему нет спутников у Венеры и Меркурия	1973, № 6, с. 58
Различие атмосфер Земли и Венеры	1966, № 6, с. 17
Рождение другой «солнечной системы»?	1967, № 2, с. 58
Формирующаяся планетная система	1978, № 4, с. 15

Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., д. 21, комн. 2. Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

Художественный редактор: Л. Я. Шимкина

Корректоры: В. А. Ермолаева, Т. Н. Морозова

Номер оформили: А. Г. Калашникова, А. Л. Кашеков, Е. К. Тенчурина

Сдано в набор 27.01.1982. Подписано в печать 02.04.1982. Т-04287      Формат бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Высокая печать. Усл.-печ. л. 8,4. Усл. кр.-отт. 532,7 тыс. Уч.-изд. л. 10,9      Бум. л. 2,5.  
Тираж 42060 экз.      Заказ 1280.      Цена 65 коп.

Издательство «Наука», 117864, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90.

2-я типография издательства «Наука», 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10.

# 3 МАЙ ИЮНЬ 1982 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Редакционная коллегия:  
Главный редактор

доктор физико-математических наук  
**МАРТЫНОВ Д. Я.**

Зам. главного редактора  
член-корреспондент АН СССР  
**БУЛАНЖЕ Ю. Д.**

Зам. главного редактора  
кандидат педагогических наук  
**ЛЕВИТАН Е. П.**

Член-корреспондент АН СССР  
**АВСЮК Г. А.**

Доктор географических наук  
**АКСЕНОВ А. А.**

Кандидат физико-математических наук  
**БРОНШТЭН В. А.**

Доктор юридических наук  
**ВЕРЕЩЕТИН В. С.**

Кандидат технических наук  
**ГЛАЗКОВ Ю. Н.**

Доктор технических наук  
**ИЗОТОВ А. А.**

Доктор физико-математических наук  
**КОВАЛЬ И. К.**

Член-корреспондент АН СССР  
**КОРТ В. Г.**

Доктор физико-математических наук  
**ЛЕВИН Б. Ю.**

Кандидат физико-математических наук  
**ЛЕЙКИН Г. А.**

Академик  
**МИХАЙЛОВ А. А.**

Доктор физико-математических наук  
**НАРИМАНОВ Г. С.**

Доктор физико-математических наук  
**НОВИКОВ И. Д.**

Доктор физико-математических наук  
**ОГОРОДНИКОВ К. Ф.**

Доктор физико-математических наук  
**ПЕТРОВА Г. Н.**

Доктор географических наук  
**ПЕТРОСЯНЦ М. А.**

Доктор геолого-минералогических наук  
**ПЕТРУШЕВСКИЙ Б. А.**

Доктор физико-математических наук  
**РАДЗИЕВСКИЙ В. В.**

Доктор физико-математических наук  
**РЯБОВ Ю. А.**

Доктор физико-математических наук  
**ТОВМАСЯН Г. М.**

Доктор технических наук  
**ФЕОКТИСТОВ К. П.**

*(Продолжение. Начало см. на 2-й странице обложки)*

Ученые сумели решить принципиально новую задачу — взятие пробы грунта для определения элементного состава пород Венеры. Грунтозаборное устройство при температуре  $457^{\circ}\text{C}$  и давлении 89 атм провело бурение, взяло пробу и транспортировало ее для рентгенофлюоресцентного анализа в герметичный отсек. Там давление было снижено почти в 2000 раз, а температура поддерживалась около  $30^{\circ}\text{C}$ . Была оценена сейсмическая активность планеты и с помощью выносного прибора измерены физико-механические свойства грунта в состоянии естественного залегания. Как показали материалы исследований, спускаемый аппарат станции «Венера-13» совершил посадку на участке древней поверхности планеты, где обнаружены мало распространенные на Земле лавовые потоки со следами химического выветривания.

5 марта 1982 года в 5 часов 53 минуты московского времени спускаемый аппарат автоматической межпланетной станции «Венера-14» вошел в венерианскую атмосферу. Через 63 мин он совершил мягкую посадку на поверхность планеты восточнее области Феба, в точке с координатами  $13^{\circ}15'$  южной широты

*Изображение поверхности планеты Венера на месте посадки спускаемого аппарата станции «Венера-13», полученное 1 марта 1982 года. Внизу в центре видны часть посадочного устройства спускаемого аппарата, сброшенная крышка иллюминатора телефотометра, справа — цветная испытательная таблица, слева — прибор для определения физико-механических свойств грунта. На посадочном устройстве виден пятиугольный государственный знак с изображением Герба СССР. Вертикальные полосы на снимке — участки передачи информации о работе научной аппаратуры. (Изображение публикуется без предварительной обработки.)*

Фотохроника ТАСС

и  $310^{\circ}9'$  долготы. На Землю были переданы новые панорамные изображения окружающей местности.

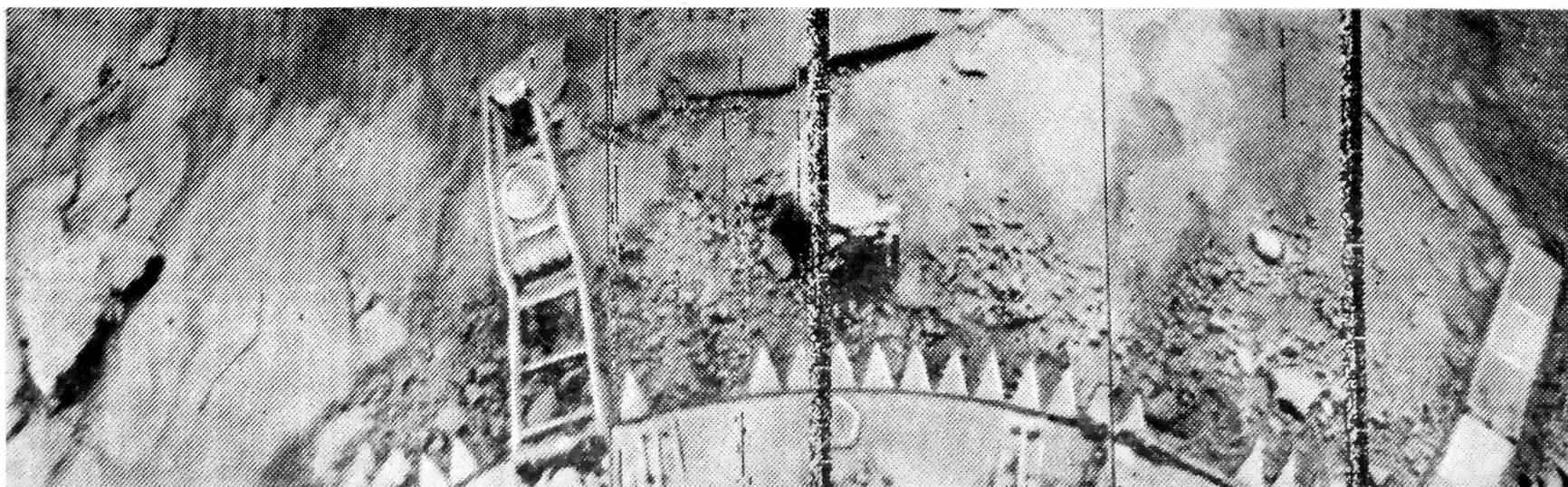
«Венера-14» была выведена на межпланетную траекторию 4 ноября 1981 года. 14 ноября 1981 года и 25 февраля 1982 года проводились коррекции траектории движения станции, а 3 марта 1982 года от станции отделился спускаемый аппарат. Так же, как и в полете «Венеры-13», проводились эксперименты по изучению химического и изотопного состава атмосферы и облаков, структуры облачного слоя, рассеянного солнечного излучения; регистрировались электрические разряды в атмосфере.

Для определения состава пород в новом районе (в тысяче километров от спускаемого аппарата станции «Венера-13») было проведено бурение поверхностного слоя, взяты пробы грунта, сделан его анализ. Все это происходило в чрезвычайно сложных условиях: при температуре  $465^{\circ}\text{C}$  и давлении 94 атм.

На борту автоматических станций «Венера-13, -14» были установлены вымпелы с барельефом Владимира Ильича Ленина, а на спускаемых аппаратах — государственные знаки с изображением Герба Союза Советских Социалистических Республик.

В ходе дальнейшего полета станций «Венера-13, -14» по гелиоцентрическим орбитам планируется продолжение научных исследований, начатых на межпланетных трассах Земля — Венера. Измерения, осуществленные по единой программе двумя станциями в разных структурно-морфологических районах поверхности Венеры, обеспечили всесторонние исследования ближайшей к Земле планеты Солнечной системы. Новый космический эксперимент, посвященный 60-летию образования Союза Советских Социалистических Республик, обогатил науку важнейшими данными, имеющими принципиальное значение для планетологии, в том числе для познания ранних этапов эволюции Земли и других планет Солнечной системы.

По материалам сообщений ТАСС

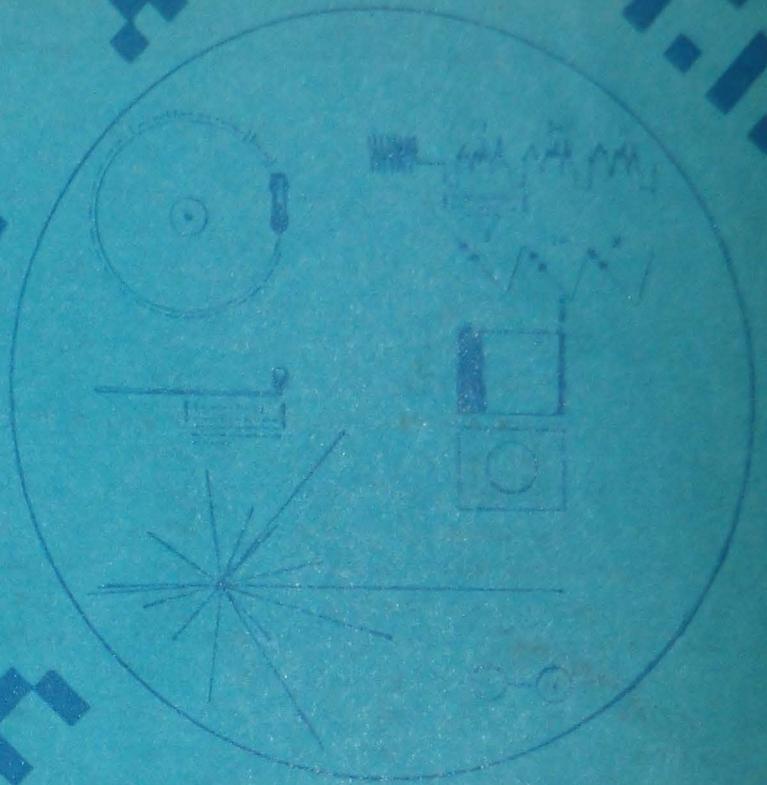


ЦЕНА 65 КОП  
ИНДЕКС 70336

ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“



# ТЕЛЕТЕЛЕ



Земля и Вселенная, 1982, № 3