



Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

3/86

На орбите — станция «Мир»

В соответствии с программой исследования космического пространства 20 февраля 1986 года в Советском Союзе произведен запуск орбитальной научной станции «Мир».

Станция «Мир» оснащена новой системой стыковки с шестью стыковочными узлами и представляет собой базовый блок для построения многоцелевого постоянно действующего пилотируемого комплекса со специализированными орбитальными модулями научного и народнохозяйственного назначения. На станции максимально автоматизированы процессы управления движением, работой бортовых систем и научной аппаратуры на базе современной электронно-вычислительной техники. Увеличена мощность системы энергоснабжения, созданы более комфортные условия для труда и отдыха космонавтов, установлено новое оборудование.

На начальном этапе полета станции «Мир» запланированы

испытания элементов ее конструкции, бортовых систем и аппаратуры в автоматическом, а затем в пилотируемом режимах. Одновременно должна выполняться отработка управления полетом станции с использованием спутников-ретрансляторов. На последующих этапах полета предусмотрена доставка к базовому блоку специализированных модулей, оснащенных научной аппаратурой.

В настоящее время в околоземном космическом пространстве функционируют две советские орбитальные станции — «Мир» и «Салют-7».

Запуск орбитальной научной станции «Мир», осуществленный в честь XXVII съезда Коммунистической партии Советского Союза, является новым шагом в освоении космического пространства.

(По материалам ТАСС)

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

Земля и Вселенная

• МАЙ • ИЮНЬ • 3/86

В номере:

Линкин В. М.— «Портреты» кометы Галлея	2
Завершение программы «Вега» — выдающийся успех советской науки	4
Чурюмов К. И.— Крупномасштабные явления в хвосте кометы Галлея	5
Черных Н. С.— Комета Галлея до перигелия	11
Новый орбитальный комплекс «Мир» — «Союз Т-15» — «Прогресс-25»	15
За предотвращение гонки вооружений в космосе, за его мирное освоение	16
Мороз В. И.— Новое об атмосфере Венеры	19
Саркисян А. С.— Научная программа «Разрезы»	31
Зубарев Ю. Б.— Спутниковая связь сегодня	37
Резанов И. А.— Земная кора континентов	44
Турсунов А.— Современная космология и доктрина творения	51

НАШИ ИНТЕРВЬЮ

Чеботарев В. Л.— Нильс Бор — ученый и человек	55
---	----

ЛЮДИ НАУКИ

Плахотник А. Ф.— Василий Никитич Татищев	62
Шумилова Е. А., Шумилов А. В.— Николай Николаевич Минлухо-Маклай	67

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Комаров В. Н.— Калужские чтения	73
Соломатина Э. К.— Отступают ли земные ледники?	76

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Райтсмен Б.— Коперник — великий преобразователь астрономии	81
Гурштейн А. А.— Коперник — предвестник общенаучной революции	84
Черных Л. И.— Новые названия астероидов	87

ЭКСПЕДИЦИИ

Генштафт Ю. С.— Четвертая международная петрофизическая экспедиция	93
--	----

НЕОБЫЧНЫЕ НЕБЕСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Дагаев М. М.— Прохождение Меркурия по диску Солнца 13 ноября 1986 года	97
--	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Петров Г. И.— «Народнохозяйственные и научные космические комплексы»	101
Лупишко Д. Ф.— «Астероиды»	106
Гиммельфарб Б. Н.— «Неисчерпаемость бесконечности»	110

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Новые книги [72, 75, 96, 100, 104, 112]; Экологический прогноз — по аэрокосмическим снимкам [36]; Изучается мексиканское землетрясение [66]; Извержение Невадо-дель-Руиса [86]; Капризы погоды (1984—1985 годы) [91]; Встреча с кометой Джакобини — Циннера [103]; Солнце в декабре 1985 — январе 1986 года [105]; Рейсы кораблей науки (июль — декабрь 1985 года) [108]; Магнитный полюс снова переместился [111].

Кандидат физико-математических наук
В. М. ЛИНКИН

«Портреты» кометы Галлея

Самая известная среди комет — комета Галлея. Это и понятно, потому что при своем появлении она в течение нескольких недель хорошо видна невооруженным глазом, гораздо лучше других комет, и ее огромный хвост привлекает внимание своим сиянием и размерами. Периодичность ее появления (около 76 лет) — близка к продолжительности человеческой жизни, и такие появления у каждого поколения, как правило, ассоциируются с теми или иными важными историческими событиями.

В 1986 году в период наибольшей активности кометы Земля и комета Галлея располагались по разные стороны от Солнца. Расстояние между Землей и кометой Галлея в марте 1986 года составляло около 160 млн. км (в то время как в 1910 году оно равнялось почти 20 млн. км, а в 1835 году — всего 8 млн. км). Из-за этого картина движения кометы по небу для земного наблюдателя получилась мало впечатляющей. Но науке последнее прохождение кометы Галлея дало такие сведения, которые нельзя было получить ни при каких предыдущих ее появлениях, даже если бы в те времена применялась нынешняя техника наземных наблюдений.

В марте 1986 года три космических аппарата (Земля и Вселенная, 1985, № 1, с. 25; № 6, с. 59.—Ред.) пролетели в непосредственной близости от кометы Галлея, они получили сотни снимков, среди них — десятки снимков самого ядра кометы, провели химический анализ газовой и пылевой компонент ядра, исследовали процессы взаимодействия газовой-пылевой струй, выбрасываемых из ядра, с солнечным ветром и межпланетным магнитным полем.

6 марта на расстоянии 9000 км от ядра прошел советский космический аппарат «Вега-1», а 9 марта на расстоянии 8200 км — «Вега-2». Обе станции были оснащены телевизионными и спектроскопическими приборами, установленными на следящей платформе, которая автоматически наводила их на комету. «Веги» располагали аппаратурой для исследования характеристик пылевого потока от кометы и химического состава пылинок, а также специальным комплексом, позволяющим исследовать плазму и электромагнитное поле вокруг кометы.

Третьим космическим аппаратом, пролетевшим вблизи ядра кометы, стал «Джотто». Он был запущен Европейским космическим агентством и 14 марта 1986 года прошел на расстоянии около 600 км от кометного ядра. На «Джотто» тоже были установлены телеви-

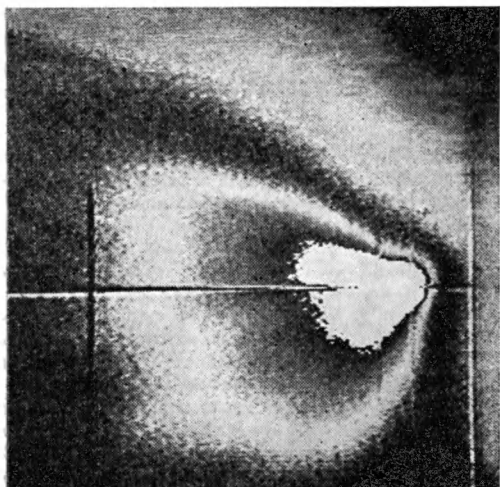
зионная аппаратура, система пылевых приборов и плазменный комплекс. «Джотто» создавался для исследования ядра кометы с малого расстояния. Чтобы его приборы могли проводить измерения с высоким пространственным разрешением и регистрировали достаточно сильные сигналы, за несколько дней до встречи с кометой траекторию аппарата необходимо было скорректировать с помощью данных, добытых во время пролета мимо кометы станциями «Вега».

Навигация «Джотто» на заключительном этапе — пример эффективности международной кооперации в исследовании Солнечной системы. Сотрудничали «Интеркосмос», Европейское космическое агентство и НАСА. Советская сторона выполнила и передала в согласованный срок измерения положения ядра кометы относительно космических аппаратов «Вега-1» и «Вега-2». Эти измерения позволили уменьшить ошибку при определении положения «Джотто» относительно кометы приблизительно в три раза.

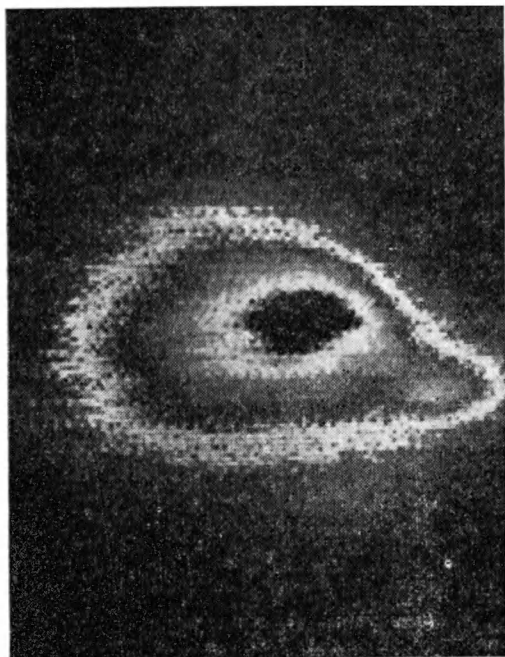
У станций «Вега» оптические приборы постоянно смотрели на центр ядра кометы. В результате приборы долгие часы регистрируемые от кометы сигналы и получали информацию на значительно больших расстояниях, чем это мог сделать «Джотто» — он постоянно вращался вокруг продольной оси, так что ядро попадало в поле зрения телевизионной камеры лишь периодически. Номинальное расстояние, которое бралось при оценке чувствительности и разрешающей способности приборов, составляло около 10 тыс. км. С уменьшением его сильно увеличивалась опасность поражения космического аппарата пылевыми частицами, вылетающими из ядра кометы.

То, что такая опасность реальна, подтвердили пролеты станций «Вега» вблизи ядра. Как и ожидалось, часть солнечных панелей была повреждена пылевым потоком. Несмотря на это, при пролете мимо кометы космические аппараты «Вега» непрерывно передавали научные данные на Землю. Вся запланированная программа исследований была выполнена. Поскольку станции сохранили работоспособность, в дальнейшем плазменными и пылевыми приборами можно продолжить наблюдения в межпланетном пространстве. А вот для оптических приборов на следящей платформе теперь уже, к сожалению, не найдется интересного объекта исследований.

Из-за малого прицельного расстояния до ядра пылевой поток представлял еще большую опасность для космического аппарата «Джот-

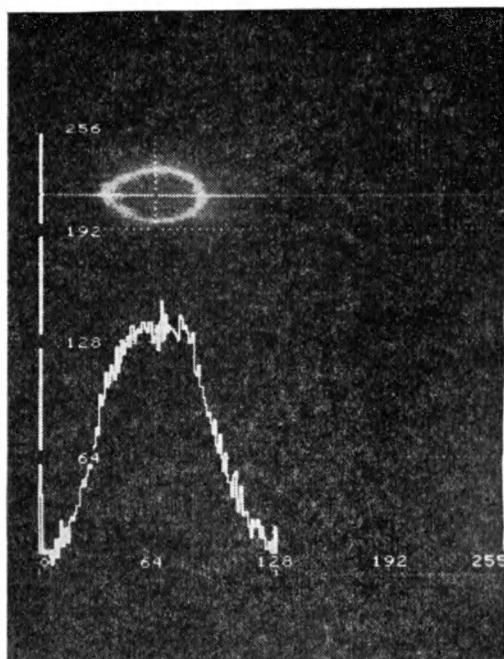


Снимки кометы Галлея, полученные станциями «Вега-1» (правый вертикальный ряд) и «Вега-2» (слева). На выстроенной гистограмме (нижний правый снимок) горизонтальное «плато» четко соответствует твердому ядру кометы, указывая на его максимальный размер — порядка 11 км



то». Все приборы станции успешно провели измерения на участке сближения с кометой. Но вблизи ядра «Джотто» встретился как бы со стеной пылинок, общей массой 10^{-6} г, и за несколько секунд до прохождения минимального расстояния сигнал от космического аппарата пропал. Затем связь восстановилась. Причина потери связи — сбой ориентации «Джотто» вследствие ударов пылинок. По первым оценкам, минимальное расстояние до ядра, с которого был сделан последний снимок, — около 1000 км. Таким образом, и этот космический аппарат тоже выполнил свою программу исследований.

Во время сеансов связи специалисты имели возможность сопоставить изображения ядра кометы Галлея, полученные космическими станциями «Вега-1», «Вега-2» и «Джотто». Результаты первого анализа таковы: максимальные размеры ядра — около 11 км; само ядро — черного цвета, неправильной, вытянутой в одном направлении формы; альbedo его очень мало, в несколько раз меньше, чем считалось ранее. Даже предварительное знакомство со снимками ядра кометы показало, что этот объект — исключительно сложный, имеющий изменчивые газопылевые выбросы. Снимки, которые получены аппаратами «Вега» с разных сторон ядра кометы при пролете мимо него, удачно дополняются снимками «Джотто», сделанными хотя и в одном направлении, но с более высоким пространственным разрешением.



Завершение программы «Вега» — выдающийся успех советской науки

После доставки спускаемого аппарата на поверхность планеты Венера и аэростатного зонда в ее атмосферу станция «Вега-1» была переведена на траекторию полета к комете Галлея.

4-го марта в 9 ч 10 мин по московскому времени, когда советская межпланетная станция «Вега-1» находилась на расстоянии 171 млн. км от Земли и 14 млн. км от кометы Галлея, начались первые исследования этого небесного тела. По командам из Центра дальней космической связи были включены научные приборы станции, а ее следящая платформа произвела поиск кометы и наведение на нее телевизионной системы. С помощью установленных на платформе телевизионных камер в течение полутра часов выполнялась съемка кометы через различные светофильтры. В ходе сеанса получено несколько десятков изображений кометы высокого качества. Время прохождения телевизионного сигнала от космического аппарата до Земли составляло 9,5 мин. Утром 5-го марта был проведен аналогичный сеанс научных измерений с расстояния около 7 млн. км. В свою очередь станция «Вега-2» провела первые исследования кометы 7-го марта, когда их разделяло 14 млн. км.

6-го марта 1986 года станция «Вега-1» прошла через газопылевую оболочку кометы Галлея на расстоянии около 9 тыс. км от ее ядра и впервые произвела комплексные научные исследования этого небесного тела.

Посредством аппаратуры, созданной совместно учеными и специалистами СССР, Австрии, Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Франции, ФРГ и Чехословакии, впервые получены крупномасштабные изображения ядра кометы, проведены измерения температуры и других физико-химических характери-

стик кометы. Выполнен анализ химического состава газовой и пылевой составляющих вещества кометы, исследованы электромагнитные поля в ее окрестности и физические процессы, происходящие в оболочке кометы.

При прохождении станции «Вега-1» вблизи ядра кометы Галлея с относительной скоростью около 80 км/с был осуществлен трехчасовой сеанс научных измерений и съемок. В сеансах связи на Землю передано более 500 телевизионных снимков, снятых через различные светофильтры, что позволило получить цветные изображения кометы и ее ядра.

В результате телевизионных наблюдений, проведенных с борта автоматической станции «Вега-1», получена информация, позволяющая уточнить траекторию движения кометы.

9-го марта 1986 года в 10 ч 20 мин московского времени станция «Вега-2» прошла на минимальном расчетном расстоянии — 8,2 тыс. км от ядра кометы Галлея. При этом проводились телевизионные съемки и изучение физико-химических характеристик ядра, а также исследования внутренних областей газопылевой оболочки кометы. Получен большой объем дополнительной информации о динамических свойствах, структуре и составе этого небесного тела.

Посредством телевизионной аппаратуры станции «Вега-2» получено около 700 изображений кометы, снятых в различных зонах оптического спектра. На Землю переданы ценные данные о физико-химических свойствах ядра, а также о процессах, происходящих в окружающей его газопылевой оболочке.

Научная программа проекта «Венера — комета Галлея» координировалась с исследованиями кометы Галлея, проводимыми организациями Европейского космического агент-

ства, США и Японией.

Полет двух советских автоматических межпланетных станций «Вега» к комете Галлея открывает новый этап познания законов образования и развития Солнечной системы. Впервые после полетов к планетам космические аппараты были направлены для изучения малого небесного тела. Уникальные данные, полученные станциями «Вега-1» и «Вега-2» в ходе прямых измерений характеристик и свойств кометного вещества, имеют мировое научное значение.

Новое замечательное достижение отечественной космонавтики — первый шаг на пути претворения в жизнь исторически решений XXVII съезда КПСС о дальнейшем изучении и освоении космического пространства в мирных целях, на благо всего человечества.

18 марта 1986 года в Кремле состоялась встреча Генерального секретаря ЦК КПСС М. С. Горбачева с президентом АН СССР А. П. Александровым, вице-президентом АН СССР Е. П. Велиховым, директором Института космических исследований, академиком, научным руководителем проекта «Вега» Р. З. Сагдеевым, главным конструктором, членом-корреспондентом АН СССР, техническим руководителем работ по баллистическим расчетам, доктором технических наук, профессором Ю. А. Можжориним и начальником Главкосмоса СССР А. И. Дунаевым. Ученые рассказали об основных итогах и важнейших особенностях полета автоматических межпланетных станций «Вега». В свою очередь М. С. Горбачев выразил глубокое удовлетворение итогами выдающегося космического эксперимента, проведенного советскими учеными, специалистами и рабочими.

(По материалам ТАСС)



Крупномасштабные явления в хвосте кометы Галлея

Поразительные изменения формы хвоста кометы Галлея (лучи, сгущения, отрывы), наблюдавшиеся в прошлых ее появлениях и хорошо запечатленные на фотографиях 1910 года, способствовали тому, что в Международной (ИНВ) и Советской (СОПРОГ) программах наземных исследований кометы выделено отдельное направление, получившее название «Крупномасштабные явления в комете Галлея». Цель этого направления — получить непрерывные по времени фотографические изображения кометы с высоким разрешением. Такое разрешение необходимо для детального изучения быстрых изменений плазменных структур в голове и хвосте кометы. Накопленный фотографический материал станет основой для исследования особенностей хвоста и быстрой эволюции различных структурных образований в комете. Фотографии могут дать информацию о распределении газа и пылевых частиц в зависимости от гелиоцентрического расстояния и расстояния до ядра кометы. А это, в свою очередь, позволит проверить и уточнить существующие модели головы и хвоста кометы и построить новые, более реальные модели. В конечном итоге все крупномасштабные изображения кометы Галлея послужат источником для создания уникального международного атласа снимков кометы.

Прежде чем перейти к описанию крупномасштабных явлений в хвосте кометы Галлея, вспомним о подобных явлениях, происходивших в 1910 году, причем рассмотрим тот же период — до прохождения кометой перигелия.

Русский исследователь комет Н. Ф. Бобровников в своей монографии о появлении кометы Галлея в 1909—1911 годах дает подробные описания крупномасштабных явлений в комете. Вот, например, какие изменения были обнаружены на двух негативах, полученных 5 и 10 февраля 1910 года (за 2,5 месяца до прохождения кометой перигелия).

5 февраля 1910 года — хвост длиной 5,5'. На

расстоянии 3' от ядра наблюдается изгиб, перемещающийся вдоль хвоста. Явление, которое в настоящее время интерпретируется как отрыв хвоста, наблюдалось впервые в комете Галлея, когда она находилась на гелиоцентрическом расстоянии порядка 1,5 а.е. В голове кометы появилось несколько концентрических оболочек, яркость их постепенно уменьшалась с удалением от ядра. Самая внутренняя наиболее яркая оболочка была диаметром 1,5'. Из ядра исходят два эмиссионных веера излияний, находящиеся внутри этой оболочки (позиционные углы ρ равны 45° и 145°)¹. Через пять дней, когда комета подошла к Солнцу на расстояние в 1,45 а.е., картина заметно изменилась. 10 февраля 1910 года вместо оторвавшегося появился новый хвост. В нем наблюдалось три тонких струи, исходящих из вершины одной струи длиной 80'' ($\rho=61^\circ$). Короткий светящийся веер излияний имел поперечник 2,7' и длину 23'' ($\rho=186^\circ$). Тонкие струи простирались примерно на 7—8' от ядра, диаметр которого 3—4'', яркое центральное сгущение — диаметром 20''.

Прошло 75 лет, и вновь комета Галлея фотографируется на обсерваториях всего мира, и опять еще задолго до прохождения перигелия она демонстрирует высокую активность: в хвосте появились быстро меняющиеся лучевые структуры, из головы выбрасываются сгустки кометного вещества, отрывается сам хвост и на его месте «вырастает» новый. Но в хвосте обнаружили структуры, не наблюдавшиеся ранее, такие, например, как короткоживущие газоплазменные «пузыри». В проекции на картинную плоскость они имеют форму «тора» или «бублика». Эти образования быстро удаляются от Солнца и представляют собой, по-видимому, одну из фаз отрыва плазмы.

¹ Позиционные углы отсчитываются от точки севера ($\rho_N=0^\circ$) против часовой стрелки ($\rho_E=90^\circ$, $\rho_S=180^\circ$, $\rho_W=270^\circ$).

На снимках, полученных 5 августа 1985 года американскими учеными Х. Хаммелом и Д. Крукшенком с помощью ПЗС-матрицы на 2,24-метровом телескопе (Мауна Кеа), был обнаружен узкий хвост ($p=220-230^\circ$). На этих же снимках наблюдалась слабая искривленная структура, направленная не точно радиально от центральной конденсации.

14 октября В. Ландграф (ФРГ) сфотографировал комету Галлея в Майнце на 0,2-метровом телескопе системы Шмидта. На снимке заметно 5 лучей. Один из них резко очерчен и выходит из комы ($p=247^\circ$), однако в самом конце заметно искривлен ($p=333^\circ$). Другой луч — более слабый. Вначале его позиционный угол был равен 328° , а затем луч искривился и его позиционный угол стал равен 297° . Третий луч — самый яркий, его длина $22''$ ($p=336^\circ$). Четвертый — выходит из ядра в направлении $p=119^\circ$ и искривляется до $p=170^\circ$. Пятый луч — самый слабый ($p=75^\circ$).

8 ноября 1985 года снимок кометы на 67-сантиметровой камере Шмидта получили в Асьяго С. Барбиери и Ф. Саббади (Италия) и Т. Иидзима (Япония). Они отметили яркую, почти круглую область диаметром $\sim 50''$, окруженную более разреженной комой диаметром $430''$. Из этой области выходил слабый прямой хвост ($p=290^\circ$), шириной $150''$ и длиной не менее $16'$.

12 ноября 1985 года с помощью 1-метрового телескопа обсерватории Хойер Лист (ФРГ) и узкополосного фильтра, центрированного на полосу CO^+ , К. Йокерс получил снимок кометы, на котором хорошо заметен неоднородный плазменный хвост длиной порядка $15'$.

Последующие наблюдения кометы выявили довольно быстрые изменения в структуре хвоста и увеличение его длины от $1,5^\circ$ (в начале декабря 1985 года) до $\sim 10^\circ$ (в начале января 1986 года).

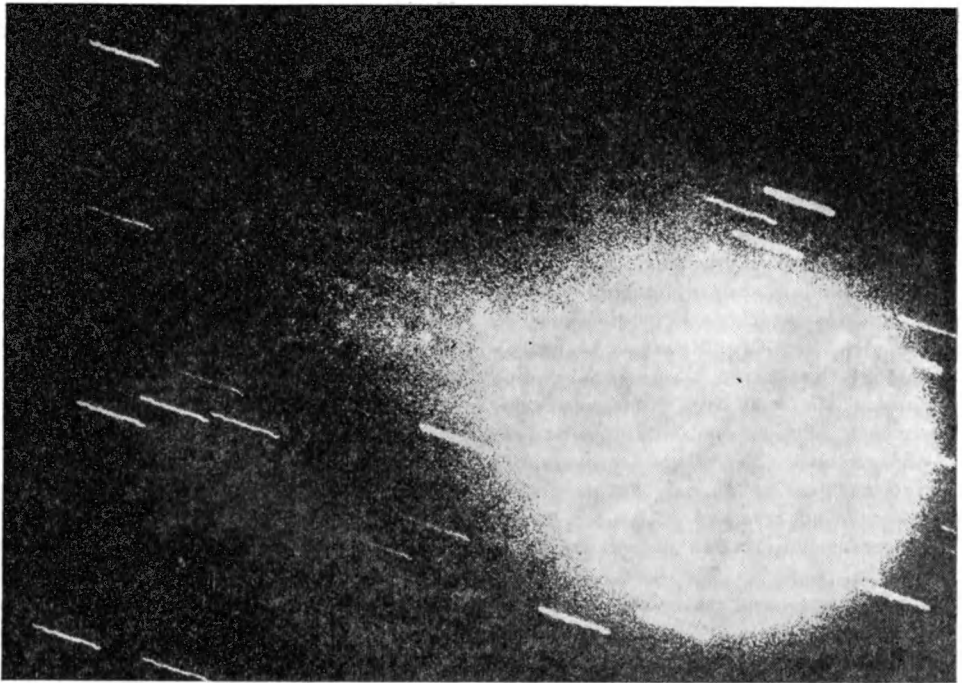
Удачная серия крупномасштабных снимков кометы Галлея была получена автором этой статьи совместно с Д. А. Рожковским, Д. И. Гордещким и Ф. К. Рспаевым в Астрофизическом институте АН КазССР. 12 декабря 1985 года на высокогорной станции института в Ассах удалось сфотографировать комету в прямом фокусе 1-метрового телескопа системы Ричи — Кретьена ($F=13,3$ м). Съёмка проводилась на очувствленных в водороде пластинках Кодак 103а0. В то время даже в окуляр уже заметны

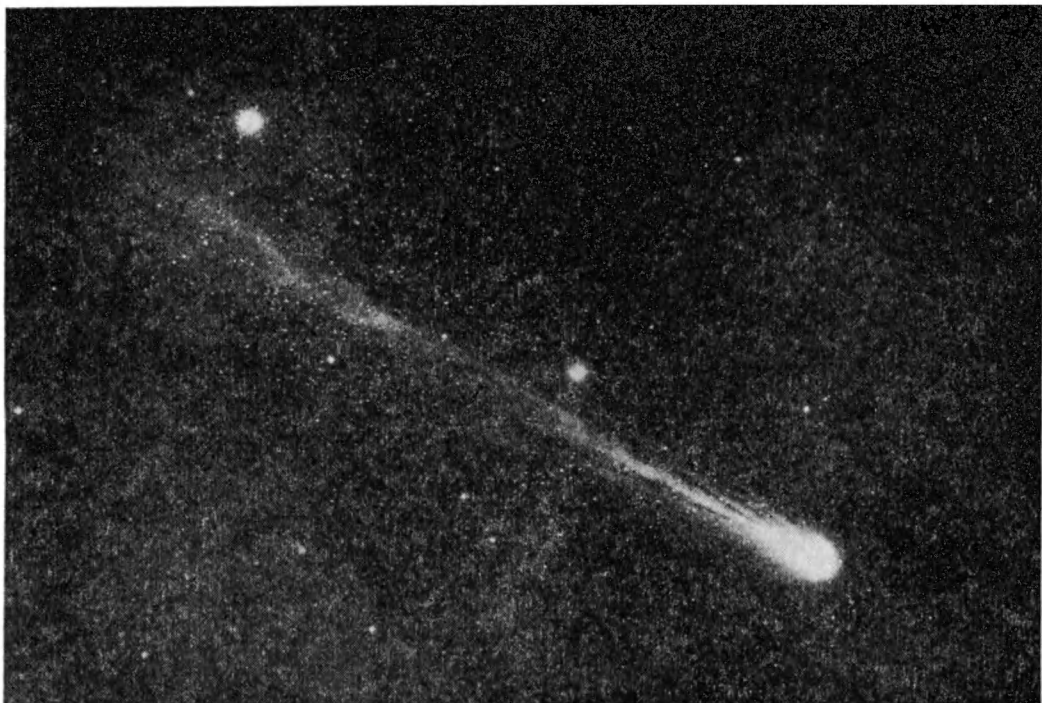
были необычные структуры в голове кометы — очень яркое звездообразное оранжевое ядро, из которого в направлении к Солнцу выходил светящийся конус, подобный тем, какие неоднократно наблюдали у кометы Галлея В. Я. Струве и Ф. Бессель в 1835 году. Именно на этих снимках и обнаружены уникальные кольцеобразные структуры, напоминающие собой плазменные «пузыри». Они исходили из головы в направлении хвоста. По крайней мере три таких «пузыря» наблюдались в позиционных углах $p_1=14^\circ$, $p_2=28^\circ$ и $p_3=35^\circ$, причем диаметры «пузырей» были примерно одинаковыми и составляли $\sim 1,55'$, что в линейном масштабе соответствует 50 тыс. км. К сожалению, второго такого снимка в ту ночь получить не удалось, да и в последующие три ночи комету Галлея не фотографировали. Поэтому судьба «пузырей» осталась неизвестной.

Снимки, полученные 16 и 17 декабря 1985 года, — удивительны. Заметно изменился лучистый хвост. Если 12 декабря было 4 луча, имевших довольно резкие границы, и располагавшихся в узком конусе (угол раствора которого $\sim 20^\circ$), то 16 декабря угол раствора конуса составил примерно 35° и в нем уже можно было различить 4 или 5 лучей с размытыми границами. Кома — асимметрична к югу и в ней заметно несколько «пузырей», подобных наблюдавшимся 12 декабря. Наиболее отчетливо были видны «пузыри», располагавшиеся в таких позиционных углах: $p_1=25^\circ$ (диаметр «пузыря» $D=80$ тыс. км), $p_2=123^\circ$ ($D_2=100$ тыс. км), $p_3=200^\circ$ ($D_3=50$ тыс. км) и $p_4=213^\circ$ ($D_4=50$ тыс. км).

На следующий день, 17 декабря, лучевая структура хвоста кометы стала еще более поразительной. Число лучей возросло до одиннадцати и угол раствора конуса, в котором они располагались, составил уже около

Снимки кометы Галлея, полученные К. И. Чурюмовым, Д. А. Рожковским и Ф. К. Рспаевым на 1-метровом телескопе АФИ АН КазССР в Ассах. Вверху: комета Галлея 12 декабря 1985 года. Внизу: так выглядела комета спустя 5 дней, 17 декабря 1985 года.





Отрыв плазменного хвоста, сфотографированный 1 января 1986 года В. В. Солодовниковым на 46-сантиметровой камере Шмидта (АФИ АН КазССР)

100°. Но особенно заметная деталь в хвосте кометы Галлея — один из плазменных «пузырей» ($\rho=51^\circ$, $D=130$ тыс. км), находившийся на расстоянии 300 тыс. км от ядра.

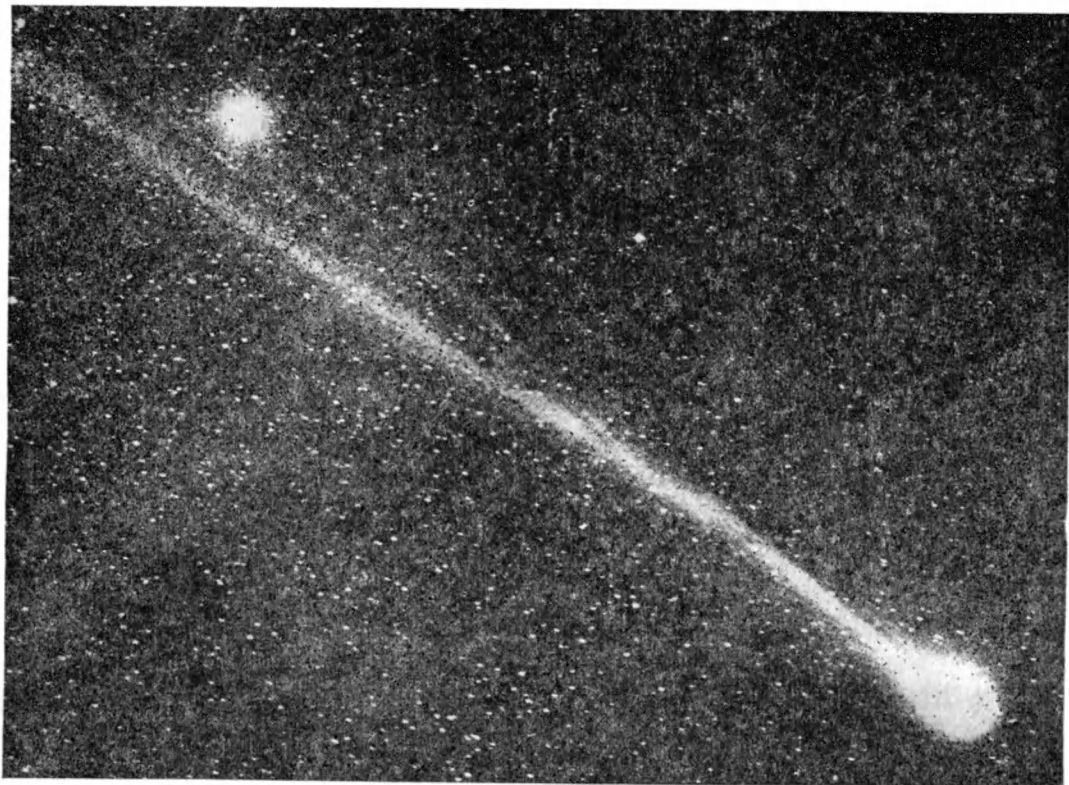
В дальнейшем наблюдения крупномасштабных явлений в комете проводились на 50-сантиметровом телескопе Астрофизического института АН КазССР (Каменское плато). 7 января 1986 года автор статьи совместно с Д. А. Рожковским и Д. И. Городецким сфотографировали плазменный хвост кометы Галлея, обладающий запутанной структурой: множество длинных лучей, прямых и искривленных; несколько сгустков кометного вещества, представляющих собой остатки оторвавшихся хвостов.

Любопытно сравнить современные наблюдения с наблюдениями 1910 года. Явление отрыва хвоста у кометы повторилось, причем это опять случилось до перигелия и примерно на тех же гелиоцентрических расстояниях. А всего в 1910 году отрывы хвостов у кометы

наблюдались не менее 5 раз. Н. Ф. Бобровников, проанализировав более 30 последовательных положений оторвавшихся хвостов кометы Галлея, сделал вывод: действующие на них отталкивающие силы более чем в 2000 раз превышают силу притяжения Солнца.

Причина отрыва плазменного хвоста пока до конца не выяснена. Установлен весьма интересный факт: отрыв хвоста обычно происходит в тот момент, когда комета пересекает границу секторной структуры межпланетного магнитного поля. Известные американские исследователи крупномасштабных явлений в кометах М. Ниднер и Д. Брандт полагают, что плазменный хвост кометы отрывается вследствие пересоединения магнитных силовых линий межпланетного и кометного магнитных полей², подобно тому, как это происходит во время солнечной вспышки (согласно механизму, предложенному доктором физико-математических наук С. И. Сыроватским). В такой момент магнитное поле головы кометы на некоторое время как бы выключается и плазменный хвост кометы, потеряв связь с головой, уносится

²Пересоединение магнитных силовых линий — явление, сопровождающееся соединением силовых линий межпланетного магнитного поля и магнитного поля кометного хвоста, имеющих противоположные знаки.



Комета Галлея 3 января 1986 года.
Длина ее хвоста превышает 14 млн. км.
Снимок получен В. В. Солодовниковым
на 46-сантиметровой
намере Шмидта

солнечным ветром вдоль радиуса-вектора (то есть вдоль линии, соединяющей Солнце и комету) в межпланетное пространство. Вместо оторвавшегося хвоста через несколько часов образуется новый плазменный хвост, а в голове кометы солнечным ветром «наводится» новое магнитное поле, которое удерживает хвост до очередного пересечения кометой границы секторной структуры межпланетного магнитного поля.

Правда, существуют и другие мнения относительно причины отрыва хвоста. Академик АН ТаджССР О. В. Добровольский полагает, например, что возможный механизм отрыва хвоста кометы — развитие в его плазме раз-

рывной неустойчивости, наблюдающейся в лабораторных плазменных жгутках, а также в магнитном хвосте земной магнитосферы. Доктор К. Йокерс (ФРГ), детально изучивший подобные явления в хвосте кометы Когоутека (1973 г.), считает: причина отрыва хвоста, скорее всего, заключается в изменении направления фронта солнечного ветра, набегающего на комету. По мнению автора статьи, отрыв хвоста может быть связан с неожиданной остановкой или резким замедлением процесса газовой выделенности из ядра кометы. Когда ядро снова «заработает», у кометы образуется новый хвост. Старый хвост к этому времени будет заметно снесен солнечным ветром в антисолнечном направлении, и его можно наблюдать одновременно с новым, пока он полностью не рассеется в межпланетном пространстве. Кроме того, от поверхности ледяного ядра вследствие дробления могут отделяться ледяные глыбы, которые станут вести себя как самостоятельные кометные ядра, образуя свои головы и хвосты. Когда же эти небольшие ледяные фрагменты полностью



Комета Галлея 8 января 1986 года.
Фотографирование выполнено К. И. Чурюмовым,
Д. А. Рожковским и Д. И. Городецким
на 50-сантиметровом менисковом
телескопе АФИ АН КазССР

испарятся, образовавшееся облако газа частично ионизуется и эта плазменная составляющая будет «сдуваться» солнечным ветром вдоль нового хвоста, развивающегося из основной части ядра кометы.

8 января 1986 года хвост кометы Галлея имел совершенно иной вид. Он не помещался на пластинке, так как его длина превышала $3,5^\circ$, что составляло 12,3 млн. км; диаметр головы немного увеличился (до 1,3 млн. км). Были заметны 3 луча и хорошо видна «тень» от головы по оси хвоста. Остатки оторвавшегося хвоста наблюдались уже на расстоянии порядка 9,3 млн. км, то есть за сутки оторвавшийся хвост преодолел расстояние около 5,6 млн. км, и, следовательно, его скорость составляла ~ 65 км/с. Ясно, что с такой скоростью могло перемещаться только плазменное образование, которому сообщала мощный импульс плазма солнечного ветра.

Интересные снимки кометы получил В. В. Солодовников на 46-сантиметровом телескопе системы Шмидта. Фотографирование проводи-

лось на Корональной станции Астрофизического института АН КазССР близ Алма-Аты. На снимках также хорошо видно быстрое развитие и изменение структуры хвоста кометы Галлея.

Один из уникальных снимков кометы с новым и оторвавшимся хвостами был получен на Абастуманской астрономической обсерватории Г. Кимеридзе 10 января 1986 года. Хорошо виден излом вершины оторвавшегося хвоста, находившейся в 3,2 млн. км от ядра.

В целом предварительный анализ крупномасштабных явлений в комете Галлея показал необычайную активность и быструю эволюцию различных структурных образований в хвосте и голове кометы, включая появление новых, ранее не наблюдавшихся структур, таких как газоплазменные «пузыри» 12-го, 16-го и 17-го декабря 1985 года. Интенсивность активных процессов (взрывы в ядре, отрывы хвостов, максимальная их протяженность) в декабре 1985 — январе 1986 года намного превосходила февральскую 1910 года (на тех же гелиоцентрических расстояниях до перигелия).

Но поскольку активность комет, подобных комете Галлея, обычно резко увеличивается после прохождения перигелия, очевидно, что и на этот раз комета Галлея преподнесет нам новые сюрпризы в послеперигейный период



Комета Галлея до перигелия

С большим нетерпением астрономы всего мира ждали приближения кометы Галлея. Долгое время она оставалась крайне слабым объектом, доступным лишь мощным телескопам. Каждое новое наблюдение кометы становилось заметным событием, расценивалось как серьезное достижение наблюдательного искусства, как демонстрация огромных возможностей современной астрономической техники. Не раз комета обманывала ожидания ученых, оказываясь на 1,5—2 звездных величины слабее, чем давали самые надежные эфемериды. Только в августе 1985 года она стала доступна обычным астрографам, которые и должны были обеспечить выполнение значительной части разносторонней программы наземных наблюдений кометы.

Вместе с другими астрономическими учреждениями нашей страны в наблюдения кометы Галлея активно включилась Крымская астрофизическая обсерватория АН СССР. В соответствии с программой СОПРОГ (Земля и Вселенная, 1984, № 1, с. 35.— Ред.) в Крыму ведется всестороннее изучение этой кометы. На двойном 40-сантиметровом астрографе проводятся **астрометрические наблюдения**. **Околоядерная область** кометы исследуется с помощью менискового 50-сантиметрового телескопа, оснащенного высокочувствительной телевизионной установкой, а **фотометрические** и **поляриметрические** наблюдения ведутся на 125-сантиметровом рефлекторе АЗТ-11. **Спектральные** исследования выполняются на 2,6-метровом рефлекторе ЗТШ, **радиоастрономические** — на РТ-22 (Симеиз). Для изучения спектральных особенностей кометы в ультрафиолетовой области проведено три сеанса наблюдений на 80-сантиметровом телескопе орбитальной обсерватории «Астрон» (Земля и Вселенная, 1984, № 5, с. 36.— Ред.).

Используя двойной 40-сантиметровый широкоугольный астрограф, удалось получить непрерывный ряд фотографий, позволяющий

проследить изменение внешнего вида, структуры и яркости кометы на протяжении пяти месяцев.

Впервые комета Галлея была сфотографирована на этом астрографе в конце ночи 14 августа 1985 года. Наблюдения затруднялись низким положением кометы над горизонтом и малым промежутком времени между восходом кометы и рассветом. В августе она выглядела звездообразным объектом 15,5—15,2 звездной величины, и лишь на некоторых негативах обнаруживались признаки комы. В середине сентября блеск кометы возрос до 14^m, к концу сентября — до 13^m, кома стала более заметной. Особенно быстро блеск кометы и размеры комы возрастали в ноябре, когда комета Галлея сближалась с Землей. В начале ноября комету уже можно было увидеть в искатель телескопа, и даже различить в бинокль. Расстояние ее от Солнца к этому времени сократилось до 2 а.е. Обычно на таком расстоянии у комет появляется хвост, однако на большинстве снимков того времени комета Галлея имела вид диффузной туманности около 10'—15' в поперечнике: с более яркой центральной частью, но без каких-либо признаков хвоста. Тем не менее хвост у кометы уже сформировался, хотя его не было видно, потому что комета в это время находилась в оппозиции и направление хвоста совпадало с лучом зрения. Наблюдателям других обсерваторий удалось запечатлеть хвост на снимках, когда он был виден из-за головы, а нам, к сожалению, погода не позволила поймать этот момент. Такое расположение Земли и кометы, препятствующее наблюдениям хвоста, сохранялось до конца ноября, после чего он стал виден на всех снимках.

Между 5 и 6 декабря произошло резкое увеличение протяженности и яркости хвоста. 5 декабря он имел сложную лучевую структуру и длину около 2°. Но уже на следующую



Снимок кометы Галлея, полученный 6 декабря 1985 года на двойном астрографе Крымской астрофизической обсерватории АН СССР Н. С. Черных и Л. И. Черных. Экспозиция — 60 мин. Комета находилась в этот момент на гелиоцентрическом расстоянии, равном 1,395 а. е.

ночь длина хвоста возросла до 5° , он был прямым, узким у основания и постепенно расширялся. На расстоянии $1,5^\circ$ от головы хвост раздваивался. Голова кометы, имевшая вид круглой туманности с яркой центральной частью, стала поперечником около $20'$, что соответствует линейному размеру в 600 тыс. км (длина хвоста — около 14 млн. км). Определив с помощью двух снимков изменение положения точки раздвоения хвоста, удалось установить скорость движения вещества в хвосте. Она оказалась равной 60 км/с.

Следовало ожидать, что активность в хвосте кометы будет возрастать и дальше, но 7 декабря хвост неожиданно оказался очень слабым и коротким — всего около 1° в длину. Таким же он был и 8 декабря. По-видимому, около 5 декабря из ядра кометы произошел выброс большого количества газа, что приве-

ло к резкому увеличению протяженности и яркости хвоста. Выброшенное вещество быстро рассеялось, и активность кометы вновь снизилась до прежнего уровня.

Нарастание интегрального блеска кометы в ноябре и особенно в декабре шло более быстрыми темпами, чем давали эфемериды, и уже в середине декабря наблюдаемая звездная величина кометы сравнялась с эфемеридной. Сопоставление декабрьских снимков обнаруживает небольшие колебания оси хвоста относительно радиуса-вектора ядра. По мере приближения кометы к Солнцу становится заметным постепенное уменьшение диаметра головы и изменение ее очертаний в результате возрастания интенсивности солнечного ветра.

Много ожидали от последнего перед перигелием безлунного периода видимости. Но наблюдениям помешала затяжная пасмурная погода. Удалось получить лишь одну пару снимков. Детальная обработка фотографий за весь период наблюдений, несомненно, выявит еще немало интересных особенностей развития кометы на пути к перигелию.

Наблюдения кометы Галлея в Таджикистане

Слева: снимок кометы Галлея,
полученный 12 ноября 1985 года.

Экспозиция — 30 минут

Справа: так выглядела

комета Галлея

спустя 3 часа.

Экспозиция — 30 мин

Фотографирование выполнено

С. И. Герасименко

На этом уникальном снимке

хорошо видна оторвавшаяся

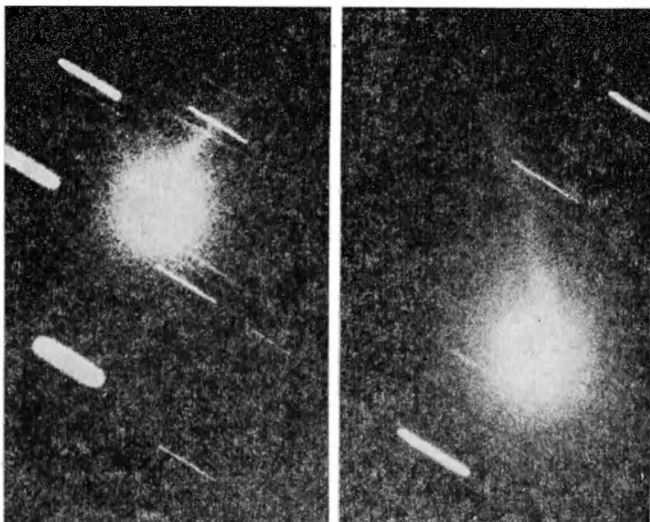
и сместившаяся часть хвоста.

Фотографирование

выполнено 10 января 1986 года

Н. Н. Киселевым и Г. П. Черновой.

Экспозиция — 40 мин





Комета Галлея 2 января 1986 года.
Снимок получен Н. Н. Киселевым
и С. И. Герасименко.
Экспозиция — 40 мин
Все снимки получены
на 40-сантиметровом астрографе
Института астрофизики АН ТаджССР

В сентябре 1984 года в Институте астрофизики АН ТаджССР на 1-метровом рефлекторе (гора Санглок) начались первые в нашей стране регулярные наблюдения кометы Галлея. В то время комета была слабее 21 звездной величины и фотографирование проводилось на пределе возможностей телескопа. С августа 1985 года комета стала доступной уже для 40-сантиметрового астрографа и ее успешно стали снимать на Гиссарской обсерватории.

За все это время наблюдений кометы Галлея в Институте астрофизики накоплен обширный материал, содержащий данные фотометрических, поляриметрических и спектральных

измерений, а также собрана богатая коллекция снимков кометы. В значительной степени этот материал уникален, поскольку содержит интереснейшие сведения об активности кометы.

После выхода кометы Галлея из-за Солнца наблюдения ее будут продолжаться, и можно надеяться, что после анализа и обработки всей информации, полученной на различных обсерваториях страны, удастся детально описать комету Галлея. Этому помогут и данные советских космических аппаратов «Вега-1» и «Вега-2».

Заместитель председателя
Советской программы
наземных наблюдений
кометы Галлея
академик АН ТаджССР
О. В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

Новый орбитальный комплекс «Мир» — «Союз Т-15» — «Прогресс-25»



Экипаж космического корабля
«Союз Т-15»: Л. Д. Кизим (слева)
и В. А. Соловьев

(Фотохроника ТАСС)

После запуска, в соответствии с намеченной программой, на станции «Мир» продолжались испытания систем и аппаратуры. В частности, проверялось функционирование систем энергоснабжения и терморегулирования в различных режимах полета, проводилось тестирование информационно-вычислительного комплекса и радиотехнических средств стыковки.

13 марта 1986 года в 15 ч 33 мин московского времени в Советском Союзе осуществлен запуск космического корабля «Союз Т-15», пилотируемого экипажем в составе командира корабля дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР полковника Кизима Леонида Денисовича и бортинженера Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР Соловьева Владимира Алексеевича.

Программа полета предусматривала сты-

ковку корабля «Союз Т-15» с научной станцией «Мир», выведенной на околоземную орбиту 20 февраля 1986 года, и проведение экипажем на ее борту запланированных научно-технических исследований и экспериментов.

Дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Леонид Денисович Кизим родился 5 августа 1941 года в городе Красный Лиман Донецкой области. В 1963 году он окончил Черниговское высшее военное авиационное училище летчиков имени Ленинского комсомола. Затем служил в Военно-Воздушных Силах. Имеет квалификации «Военный летчик 1 класса» и «Летчик-испытатель 3 класса». В отряд космонавтов был зачислен в 1965 году. Л. Д. Кизим — член Коммунистической партии Советского Союза с 1966 года. В 1975 году без отрыва от основной работы он закончил Военно-воздушную академию имени Ю. А. Гагарина. Л. Д. Кизим совершил два космических полета: первый в 1980 году в качестве командира корабля «Союз Т-3» и орбитальной станции «Салют-6», второй полет продолжительностью 237 суток — в 1984 году в качест-

За предотвращение гонки вооружений в космосе, за его мирное освоение

12 декабря 1985 года 40-я сессия Генеральной Ассамблеи ООН приняла резолюцию о предотвращении гонки вооружений в космическом пространстве. Документ был подготовлен делегациями ряда неприсоединившихся, а также других стран при активном участии делегации Советского Союза. Он явился результатом рассмотрения на сессии предложения СССР о международном сотрудничестве в мирном освоении космического

пространства в условиях его немилитаризации, проектов резолюций по вопросам космоса, которые были представлены КНР, ПНР, а также другими государствами.

Резолюция одобрена голосами 151 страны — члена ООН, что недвусмысленно выражает коллективную волю международного сообщества предотвратить гонку вооружений в космосе, обеспечить его мирное освоение совместными усилиями государств. При го-

ве командира корабля «Союз Т-10» и орбитальной станции «Салют-7».

Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Владимир Алексеевич Соловьев родился 11 ноября 1946 года в Москве. После окончания в 1970 году Московского высшего технического училища имени Баумана он работает в конструкторском бюро, где принимает участие в создании новых образцов космической техники. В. А. Соловьев — член Коммунистической партии Советского Союза с 1977 года. В отряд космонавтов он был зачислен в 1978 году. Свой первый космический полет продолжительностью 237 суток В. А. Соловьев совершил в 1984 году в качестве бортинженера корабля «Союз Т-10» и орбитальной станции «Салют-7».

14 марта 1986 года к 12 ч московского времени космический корабль «Союз Т-15», пилотируемый экипажем в составе Л. Д. Кизима и В. А. Соловьева, совершил 14 оборотов вокруг Земли. Космонавты выполнили штатные операции по проверке герметичности отсеков корабля и контролю его бортовых систем, провели коррекцию орбиты. Продолжалась подготовка к стыковке с научной станцией «Мир». С этой целью был проведен еще один маневр дальнего сближения со станцией.

15 марта 1986 года в 16 ч 38 мин московского времени осуществлена стыковка космического корабля «Союз Т-15» с орбитальной научной станцией «Мир». После проверки герметичности стыковочного узла космонавты Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев перешли в помещение станции. Программа полета предусматривала расконсервацию станции «Мир», испытание элементов ее конструкции, бортовых систем, отладку и настройку агрегатов и аппаратуры. Эти работы необходимы, чтобы подготовить станцию в качестве базового блока — для создания в дальнейшем постоянно действующего пилотируемого комплекса со специализированными модулями научного и народнохозяйственного назначения.

Таким образом, в околосреднем космическом пространстве начали одновременный полет два орбитальных комплекса: «Мир» — «Союз Т-15» — в пилотируемом режиме и «Са-

лют-7» — «Космос-1686» — в автоматическом.

Затем космонавты Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев приступили к выполнению операций по переводу станции «Мир» в режим пилотируемого полета. Они, в частности, осуществляли расконсервацию систем жизнеобеспечения, терморегулирования, проверяли функционирование радиотехнических средств, состояние оборудования, аппаратуры. В жилых отсеках станции «Мир» поддерживались условия, близкие к земным: температура — 24° С, давление — 860 мм рт. ст. Космонавты привели в рабочее состояние систему регенерации воды из атмосферной влаги, испытали аппаратуру радио- и телевизионной связи. По графику работ 18 марта на борту орбитального комплекса был запланирован день отдыха.

В соответствии с программой обеспечения дальнейшего функционирования орбитальной научной станции «Мир» 19 марта 1986 года в 13 ч 08 мин московского времени в Советском Союзе был произведен запуск автоматического грузового корабля «Прогресс-25». Цель запуска корабля — доставка на орбитальную станцию расходуемых материалов и различных грузов.

21 марта 1986 года в 14 ч 16 мин московского времени осуществлена стыковка корабля «Прогресс-25» с орбитальным пилотируемым комплексом «Мир» — «Союз Т-15». Взаимный поиск, сближение, причаливание и стыковка космических аппаратов выполнялись с использованием бортовых автоматических систем. Эти операции контролировались Центром управления полетом и экипажем орбитального комплекса — космонавтами Л. Д. Кизимом и В. А. Соловьевым. Грузовой корабль был пристыкован к станции со стороны агрегатного отсека.

Корабль «Прогресс-25» доставил на орбиту топливо для объединенной двигательной установки, продукты питания, воду, а также аппаратуру и оборудование, необходимые для обеспечения длительного функционирования станции «Мир» как базового блока сложного научно-исследовательского комплекса.

(По материалам ТАСС)

лосовании воздержались только США и Гренада. Ниже следует текст принятого документа.

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ГОНКИ ВООРУЖЕНИЙ В КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Генеральная Ассамблея, воодушевленная великими перспективами, открывающимися перед человечеством в результате проникновения человека в космос, признавая общую заинтересованность всего человечества в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях, вновь подтверждая, что исследование и использование космического пространства, включая Луну и другие небесные тела, должны осуществляться на благо и в интересах всех стран, независимо от степени их экономического или научного развития, и должны быть достоянием всего человечества,

подтверждая далее волю всех государств к тому, чтобы исследование и использование космического пространства, включая Луну и другие небесные тела, осуществлялись в мирных целях,

напоминая, что государства — участники договора о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела, в статье III приняли на себя обязательство осуществлять деятельность по исследованию и использованию космического пространства, в том числе Луны и других небесных тел, в соответствии с международным правом и Уставом Организации Объединенных Наций, в интересах поддержания международного мира и безопасности и развития международного сотрудничества и взаимопонимания,

вновь подтверждая, в частности, статью IV вышеупомянутого договора, в которой предусматривается, что государства — участники договора обязуются не выводить на орбиту вокруг Земли любые объекты с ядерным оружием или любыми другими видами оружия массового уничтожения, не устанавливать такое оружие на небесных телах и не размещать такое оружие в космическом пространстве каким-либо иным образом,

вновь подтверждая также пункт 80 заключительного документа десятой специальной сессии Генеральной Ассамблеи, первой специальной сессии, посвященной разоружению, в котором указывается, что для предотвращения гонки вооружений в космическом пространстве должны быть приняты дальнейшие меры и проведены соответствующие международные переговоры в соответствии с духом договора, ссылаясь на свои резолюции 36/97 С и 36/99 от 9 декабря 1981 года, а также 37/83 от 9 декабря 1982 года, 37/99 D от 13 декабря 1982 года, 38/70 от 15 декабря 1983 года и 39/59 от 12 декабря 1984 года,

будучи серьезно обеспокоена опасностью для всего человечества гонки вооружений в космическом пространстве, и в частности на-

висшей угрозой обострения нынешнего состояния отсутствия безопасности в результате событий, которые могут еще больше подорвать международный мир и безопасность, замедлить достижение всеобщего и полного разоружения и угрожать созданием препятствий для развития международного сотрудничества в мирном использовании космического пространства,

принимая во внимание выраженную государствами-членами в ходе переговоров по вышеупомянутому договору и после его принятия широкую заинтересованность в обеспечении того, чтобы исследование и использование космического пространства осуществлялись в мирных целях, и отмечая предложения, представленные Генеральной Ассамблее на ее десятой специальной сессии, посвященной разоружению, и на ее очередных сессиях и конференциях по разоружению,

отмечая глубокое беспокойство, выраженное второй конференцией Организации Объединенных Наций по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях в отношении распространения гонки вооружений на космическое пространство, и рекомендации, сделанные компетентным органом Организации Объединенных Наций, в частности Генеральной Ассамблее, а также Комитету по разоружению,

будучи убеждена в необходимости дальнейших мер для предотвращения гонки вооружений в космическом пространстве,

признавая, что в контексте многосторонних переговоров по предотвращению гонки вооружений в космическом пространстве двусторонние переговоры между Союзом Советских Социалистических Республик и Соединенными Штатами Америки могли бы внести значительный вклад в достижение такой цели в соответствии с пунктом 27 заключительного документа десятой специальной сессии,

отмечая с удовлетворением, что в 1985 году начались двусторонние переговоры между Союзом Советских Социалистических Республик и Соединенными Штатами Америки по комплексу вопросов, касающихся космических и ядерных вооружений — стратегических и средней дальности, — причем в их взаимосвязи, с целью, как было объявлено, выработки эффективных договоренностей, направленных, в частности, на предотвращение гонки вооружений в космосе,

желая, чтобы эти переговоры как можно скорее привели к конкретным результатам, как к этому настоятельно призывала резолюция 39/59,

принимая к сведению доклад Конференции по разоружению,

приветствуя создание Конференцией по разоружению в ходе ее сессии 1985 года, во исполнение обязанностей по ведению переговоров этого единственного многостороннего органа переговоров по разоружению, специального комитета для изучения в качестве первого шага на данном этапе вопросов, ка-

сающихся предотвращения гонки вооружений в космическом пространстве,

сознавая, что в рамках Конференции по разоружению все еще не достигнут консенсус по конкретным предложениям относительно повторного создания специального комитета по этому вопросу в ходе сессии 1986 года Конференции по разоружению,

1. **напоминает** об обязанности всех государств воздерживаться в своей космической деятельности от угрозы силой или ее применения;

2. **подтверждает**, что всеобщее и полное разоружение под эффективным международным контролем требует того, чтобы космическое пространство использовалось исключительно в мирных целях и чтобы оно не стало ареной гонки вооружений;

3. **подчеркивает**, что дальнейшие меры с соответствующими и эффективными положениями о контроле должны быть приняты международным сообществом для предотвращения гонки вооружений в космическом пространстве;

4. **призывает** все государства, особенно те, которые обладают крупным потенциалом в космической области, активно содействовать достижению цели мирного использования космического пространства и принять немедленные меры для предотвращения гонки вооружений в космическом пространстве в интересах поддержания международного мира и безопасности и развития международного сотрудничества и взаимопонимания;

5. **просит** генерального секретаря предложить государствам-членам представить свои мнения относительно возможности развития международного сотрудничества в деле предотвращения гонки вооружений и мирного использования космического пространства, включая желательность создания соответствующего механизма для этой цели, и представить доклад Генеральной Ассамблее на ее сорок первой сессии;

6. **вновь подтверждает**, что Конференции по разоружению как единому многостороннему форуму переговоров по разоружению принадлежит первостепенная роль в переговорах о заключении многостороннего соглашения или, соответственно, соглашений для предотвращения гонки вооружений в космическом пространстве во всех ее аспектах;

7. **предлагает** Конференции по разоружению рассмотреть в первоочередном порядке вопрос о предотвращении гонки вооружений в космическом пространстве;

8. **предлагает** также Конференции по разоружению активизировать рассмотрение вопроса о предотвращении гонки вооружений в космическом пространстве во всех ее аспектах с учетом всех соответствующих предложений, включая те, которые были представлены в специальном комитете на ее сессии 1985 года и на сороковой сессии Генераль-

ной Ассамблеи Организации Объединенных Наций;

9. **предлагает** далее Конференции по разоружению вновь создать специальный комитет с соответствующим мандатом в начале ее сессии 1986 года, с тем чтобы провести переговоры о заключении соглашения или, соответственно, соглашений для предотвращения гонки вооружений в космическом пространстве во всех ее аспектах;

10. **настоятельно призывает** Союз Советских Социалистических Республик и Соединенные Штаты Америки интенсивно и в конструктивном духе вести их двусторонние переговоры, направленные на скорейшее достижение соглашения для предотвращения гонки вооружений в космическом пространстве, и периодически уведомлять Конференцию по разоружению о ходе их двусторонних переговоров, с тем чтобы содействовать ее работе;

11. **призывает** все государства, особенно те, которые обладают крупным потенциалом в космической области, воздерживаться в своей деятельности, касающейся космического пространства, от действий, противоречащих соблюдению соответствующих существующих договоров или цели предотвращения гонки вооружений в космическом пространстве;

12. **предлагает** государствам-членам представить генеральному секретарю не позднее 1 апреля 1986 года свои мнения относительно сферы охвата и содержания исследования ЮНИДИР*, проводимого по изучению проблем разоружения, связанных с космическим пространством, и последствий распространения гонки вооружений в космическое пространство, и просит генерального секретаря направить вышеуказанные мнения государствам-членам консультативному совету по исследованиям в области разоружения для рассмотрения, с тем чтобы он в своем качестве совета попечителей ЮНИДИР мог дать институту такие возможные рекомендации в отношении проведения его исследования, какие могут вытекать из этих мнений;

13. **предлагает** Конференции по разоружению представить доклад о рассмотрении ею этого вопроса Генеральной Ассамблее на ее сорок первой сессии;

14. **просит** генерального секретаря направить Конференции по разоружению все документы, относящиеся к рассмотрению этого вопроса Генеральной Ассамблеей на ее сороковой сессии;

15. **постановляет** включить в предварительную повестку дня своей сорок первой сессии пункт, озаглавленный «Предотвращение гонки вооружений в космическом пространстве».

* документ А/40/725.



Новое об атмосфере Венеры

В 1985 году за цикл работ по исследованию ионосферы и атмосферы Венеры, проведенных в 1972—1983 годах, коллектив ученых Института радиоэлектроники АН СССР и Института космических исследований АН СССР был удостоен Государственной премии СССР.

Редакция журнала попросила одного из лауреатов, заведующего отделом физики планет Института космических исследований, профессора МГУ Василия Ивановича Мороза рассказать о последних достижениях в области изучения атмосферы Венеры.

НЕМНОГО ИСТОРИИ

Первые сведения о физических характеристиках атмосферы Венеры были получены в 20-х годах с помощью телескопов с инфракрасными радиометрами. Несмотря на довольно примитивный уровень тогдашней инфракрасной техники, удалось правильно оценить температуру верхней границы облаков (~230 К) и сделать верный вывод, что на ночной стороне планеты она примерно такая же, как на дневной. Мы теперь знаем: причина этого — в огромной массе и, следовательно, тепловой инерции атмосферы Венеры.

Следующим важным шагом было открытие полос поглощения углекислого газа (CO_2) в спектре Венеры (У. Адамс и Т. Данем; США, 1932 г.). В то время нельзя было еще определить, является ли CO_2 главной составляющей атмосферы. Автор данной статьи в начале 60-х годов много занимался измерениями полос CO_2 в спектре Венеры и склонялся к тому, что углекислый газ составляет лишь малую часть атмосферы.

Третий шаг — это открытие теплового радиационного излучения планеты, которое показало: ее поверхность и нижние слои атмосферы — очень горячие (Земля и Вселенная, 1980, № 4, с. 13.—Ред.). Первоначально имелись сомнения в правильности интерпретации измерений,

они окончательно были развеяны после замечательного полета «Венеры-4» (1967 г.), когда советская автоматическая межпланетная станция впервые послала на Землю сигналы с другой планеты. С этого времени начался новый этап в исследовании Венеры — изучение ее с помощью космических аппаратов. Предшественником «Венеры-4» был американский «Маринер-2», пролетевший в 1962 году на расстоянии 35 000 км от планеты, однако он мало что рассказал нового об ее атмосфере; заря космической эры тогда еще только занималась, автоматические межпланетные станции пока «учились летать».

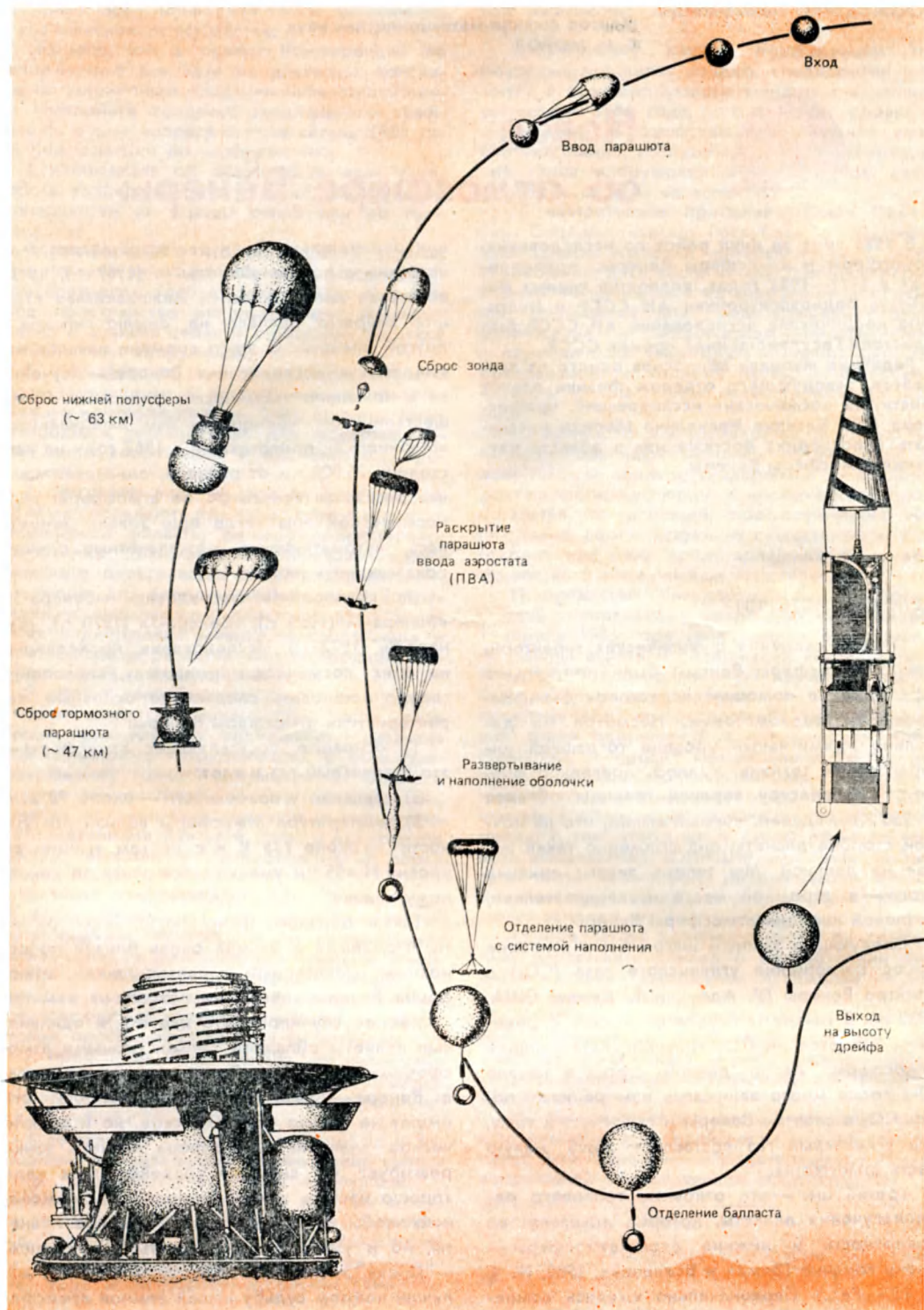
За «Венерой-4» последовали «Венера-5», «Венера-6» (1969 г.), «Венера-7» (1970 г.), «Венера-8» (1972 г.). Исследования, проведенные на этих космических аппаратах, позволили твердо установить следующие основные характеристики атмосферы Венеры:

- 1) основные составляющие атмосферы — это углекислый газ и азот;
- 2) давление у поверхности — около 90 атм;
- 3) температура атмосферы вблизи поверхности — около 735 К и с ростом высоты до уровня $H=55$ км уменьшается почти по линейному закону.

Таким образом, выяснилось: несмотря на то, что Земля и Венера очень близки по основным планетарным характеристикам, атмосфера Венеры совсем не похожа на земную.

Как же случилось, что две почти одинаковые планеты обладают такими разными атмосферами? Почему у Земли есть гидросфера, а Венера — почти безводная? Вопросы эти имеют не только теоретическое, но и практическое значение. Атмосфера планеты тонко реагирует на внешние воздействия, и надо хорошо изучить закономерности этих изменений, чтобы не только узнать прошлое планеты, но и уметь прогнозировать ее будущее.

Поняв эволюцию атмосферы Венеры, мы лучше поймем судьбу нашей земной атмосферы и, возможно, найдем практические реко-



мендации по охране ее от нежелательных изменений, включая вредные последствия индустриальной деятельности.

Возможности первых автоматических станций «Венера» вскоре перестали удовлетворять требованиям ученых: не хватало места для размещения сложных приборов, слишком мало передавалось информации. С 1975 года вступили в строй станции второго поколения — начиная с «Венеры-9» и завершая «Вегой-2». Программа имела комплексный характер: исследовались не только атмосфера, но и поверхность планеты, а также зона взаимодействия Венеры с солнечным ветром. Остановимся на результатах изучения атмосферы планеты, проведенного в последнее время космическими аппаратами «Венера-15, -16», «Вега-1, -2».

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В атмосфере все взаимосвязано. Например, химический состав нижней атмосферы зависит от того, какие газы могут «убегать» из ее верхней атмосферы в результате термической диссипации. Плотность и химический состав частиц в облаках зависят от присутствия в атмосфере газовых составляющих, способных конденсироваться. Таких составляющих может быть очень мало — сотые и тысячные доли процента, — но этого оказывается достаточно для образования частиц. Малые составляющие способны повысить температуру атмосферы на сотни градусов, если они сильно поглощают излучение в инфракрасной области спектра. Скорость и направление ветра зависят от разности температур в различных областях планеты, однако эти разности в свою очередь сглаживаются атмосферными движениями. Понять, как устроена и «работает» конкретная атмосферная «машина», можно только на основании комплексных исследований, куда входят:

определение химического состава атмосферных газов (причем нужна информация и о малых составляющих);

изучение термической структуры атмосферы (то есть температура на разных высотах);

исследование динамики атмосферы (скорости ветра и характеристик турбулентных движений);

изучение теплового баланса атмосферы (количественных характеристик поглощения солнечного излучения и теплового излучения планеты, в которое переходит энергия поглощенной солнечной радиации);

исследование химического состава и свойств аэрозольной составляющей облаков (распределение частиц по размерам, их концентрации и т. д.).

Учитывая, что все эти характеристики, вообще говоря, — функции трех пространственных координат и времени, понятно: их детальное изучение невозможно в отдельных, разовых экспериментах, а требует длительных циклов исследований с применением сложного оборудования.

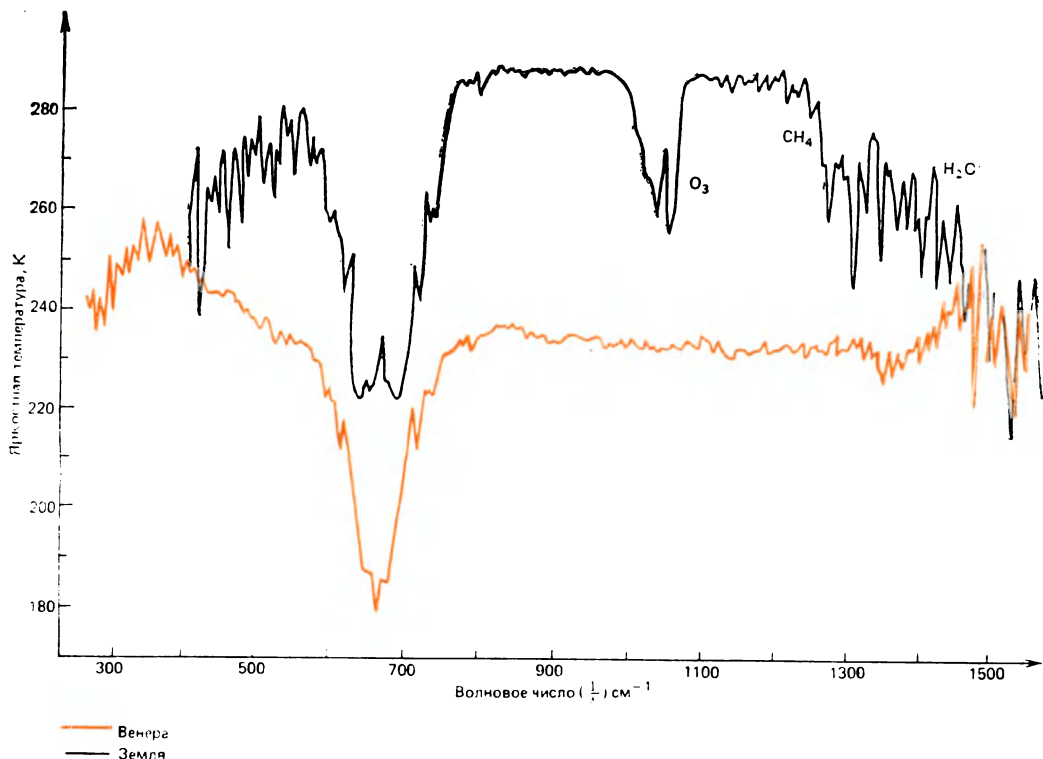
ПОСАДОЧНЫЙ АППАРАТ, СПУТНИК, АЭРОСТАТ

На этих трех «китах» «держатся» современные методы исследования атмосферы Венеры. Собственно, третий — это еще не «кит», а «китенок»: аэростат в атмосфере Венеры — новшество, которое пришло только с «Вегой-1» и «Вегой-2».

Посадочный аппарат позволяет проводить прямые измерения на трассе спуска, когда используется непосредственный контакт с веществом атмосферы. Технические характеристики реальных посадочных аппаратов обеспечивали такую возможность начиная с высоты примерно 63—64 км и до поверхности. Зондирование атмосферы с помощью посадочного аппарата дает, конечно, очень подробную информацию, но только в одной точке планеты. На посадочных аппаратах «Веги-1» и «Веги-2» проводились эксперименты по определению газового состава атмосферы, химического состава аэрозольных частиц, их концентрации, вертикального распределения температуры в атмосфере.

На искусственном спутнике планеты устанавливаются приборы для дистанционного зондирования атмосферы. Имеется два способа такого зондирования: пассивный, основанный на анализе излучения планеты, и активный — радиопросвечивание. Главной задачей искусственных спутников «Венера-15» и «Венера-16», выведенных на орбиту вокруг планеты в октяб-

Основными этапами снижения посадочного аппарата станции «Вега» и ввода аэростатного зонда



Спектры инфракрасного излучения Венеры и Земли, полученные из космоса с помощью инфракрасных фурье-спектрометров. Спектр излучения Венеры зафиксирован 17 октября 1983 года на станции «Венера-15», когда она находилась над умеренными широтами планеты. Спектр излучения Земли получен 5 июля 1977 года на спутнике «Метеор-28» ночью, над югом Франции. Группа сильных полос CO_2 образует широкую и глубокую абсорбционную деталь с центром около 15 мкм (667 см^{-1}). В спектрах обеих планет присутствуют также полосы поглощения водяного пара, но на Венере они гораздо слабее. Понятно, что на Венере нет озона O_3 , и в то же время в спектре Земли нет полос двуокиси серы SO_2 , присутствующих в спектре Венеры

ре 1983 года, было радиолокационное картирование ее поверхности (Земля и Вселенная, 1986, № 1, с. 13.—Ред.). Но на этих спутниках работал также весьма совершенный прибор для дистанционного зондирования — инфракрасный спектрометр, с помощью которого было получено около 1500 спектров излуче-

ния планеты в диапазоне от 6 до 40 мкм, спектров, относящихся к разным широтам и долготам. По каждому такому спектру, как по книге, можно «прочитать» вертикальное распределение температуры в атмосфере (на высотах 60—100 км), профиль содержания частиц в верхнем облачном слое, долю водяного пара в атмосфере (на высоте около 60 км). Однако глубже 60 км инфракрасный «глаз» заглянуть в атмосферу не может из-за ее непрозрачности. Эксперимент по инфракрасной спектрометрии на «Венере-15, -16» проводился под руководством автора этой статьи и Д. Эртеля (ГДР).

При радиопросвечивании удается проникнуть в атмосферу глубже — до 35—40 км. Метод состоит в регистрации на Земле фазы и мощности радиосигнала космического аппарата, когда край планеты оказывается вблизи линии «аппарат — Земля» (вход в зону «радиозатмения» или выход из нее). Рефракция в атмосфере сдвигает фазу и уменьшает мощность радиосигнала. Интересно, что при прохождении ионосферы тоже возникает рефракционный сдвиг фазы (но в другую сторону).

Пользуясь этой методикой, две группы специалистов Института радиоэлектроники АН СССР получили множество профилей температуры и давления нижней атмосферы (группа О. И. Яковлева) и электронной концентрации в ионосфере (Н. А. Савич и др.).

Самая сложная миссия выпала на долю космических аппаратов «Вега-1» и «Вега-2». Научным руководителем исследований был академик Р. З. Сагдеев, член-корреспондент АН СССР В. Л. Барсуков возглавлял научную программу исследований, проводимых венерианскими посадочными аппаратами.

15 и 21 декабря 1984 года «Вега-1» и «Вега-2» стартовали с космодрома Байконур и взяли курс на Венеру. За двое суток до полета к планете от космических станций отделились спускаемые аппараты, которые затем вошли в ее атмосферу (11 и 15 июня 1985 года соответственно), а сами автоматические межпланетные станции после траекторной коррекции направились в область восходящего узла орбиты кометы Галлея.

Спускаемые аппараты состояли из двух частей: **«классический» посадочный аппарат и аэростатный зонд** — совершенно новое средство исследования атмосферы Венеры.

Аэростатный зонд, плавающий на той или иной высоте, перемещается со скоростью ветра и позволяет получить горизонтальный профиль (разрез) метеорологических характеристик атмосферы — в отличие от посадочного аппарата, дающего вертикальный профиль. Аэростатные зонды космических аппаратов «Вега-1» и «Вега-2» отделились от посадочных аппаратов на высоте около 65 км. После торможения с помощью парашютной системы развернулась и наполнилась гелием оболочка. Потом парашют и система наполнения отделились, балласт сбросился и аэростат вышел на заданную высоту дрейфа. Диаметр оболочки аэростата — 3,4 м, общий вес зонда — 21,2 кг (из них 12,5 кг приходится на оболочку со всеми соединениями, 2 кг — на гелий и 6,7 кг — на приборную гондолу). Гондола имеет цилиндрическую форму (длина около 1,2 м) и подвешена на 13-метровой стропе.

Посадка спускаемых аппаратов и ввод аэростатных зондов были произведены вблизи экватора: широты места посадки — 8° С в случае «Веги-1» и 8° Ю в случае «Веги-2». Местное время на Венере вблизи мест посадки было

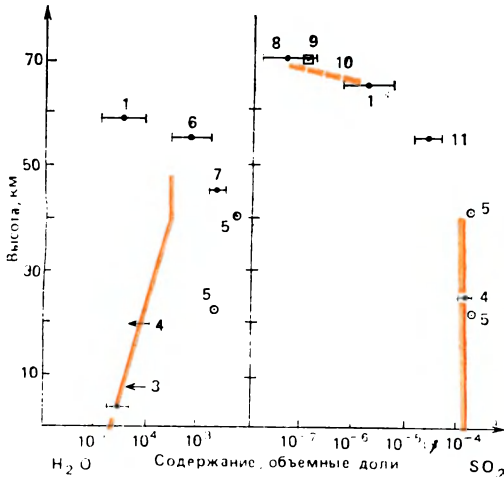
около полуночи. Заметим, что детальные исследования ночной атмосферы Венеры проведены впервые.

Метеорологический комплекс аэростатного зонда включает датчики давления, температуры, вертикальной скорости ветра, оптической плотности облаков (нефелометр) и освещенности.

Выходная мощность передатчика — всего 4,5 вт, радиосигналы передавались на длине волны около 18 см. Дело в том, что именно на такой длине волны работают многие крупные радиотелескопы, объединенные в систему межконтинентального интерферометра со сверхдлинной базой (Земля и Вселенная, 1983, № 1, с. 4.— Ред.). Это — длина волны лазерного излучения межзвездных молекул гидроксила (ОН), образующих компактные источники радиоизлучения, связанные с областями активного звездообразования. Межконтинентальные интерферометры измеряют положение и распределение яркости в таких источниках с угловым разрешением до 0,001" (в тысячи раз точнее, чем наземные оптические телескопы). На расстоянии 1 а.е. это соответствует линейному разрешению около 1 км. Вот такие межконтинентальные интерферометрические системы и были использованы для приема сигналов от аэростатных зондов. Подобные системы позволяют с высокой точностью определить траекторию аэростатов в атмосфере Венеры. Измерения были проведены успешно, но их обработка еще не закончена. Имеются, однако, предварительные данные, полученные по доплеровским смещениям частоты сигнала, которые дают скорость движения аэростатов. Согласно им, аэростат «Вега-1» прошел по трассе длиной 11 500 км, а «Вега-2» — около 11 000 км. Оба они проработали по 46 часов, это время ограничивалось емкостью электрических батарей.

Для приема сигналов от аэростатов были организованы две интерферометрические сети — советская и международная (6 и 12 радиотелескопов соответственно). Научным руководителем всего аэростатного комплекса был академик Р. З. Сагдеев, а отдельные аэростатные эксперименты возглавляли В. М. Линкин, В. В. Кержанович, Ж. Бламон (Франция). Французское космическое агентство координировало работу международной интерферометрической сети. Несмотря на то, что американское правительство официально не

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРЫ



Вертикальные профили содержания H_2O и SO_2 в атмосфере Венеры по данным разных экспериментов:

- 1 — инфракрасный фурье-спектрометр («Венера-15»); 2 — наземные спектроскопические наблюдения, полоса 0,82 мкм;
- 3 — спектрофотометрия на посадочных аппаратах «Венера-11, -12, -13, -14» (полосы 0,82 и 0,95 мкм); 4, 5, 6 — газовая хроматография на «Венере-12», зонде «Пионер» и «Венере-13» соответственно;
- 7 — электролитические датчики на «Венере-13, -14», «Вега-1, -2»;
- 8 — наземные наблюдения полос SO_2 в области 0,3 мкм (Э. Барнер);
- 9 — измерения полос SO_2 в области 0,2—0,3 мкм с зонда «Пионер»; 10 — наземные наблюдения полос SO_2 в области 0,3 мкм (интерпретация данных Э. Барнера в работе Л. В. Засовой и др.);
- 11 — фотометрия в области 0,36 мкм на «Венере-14»

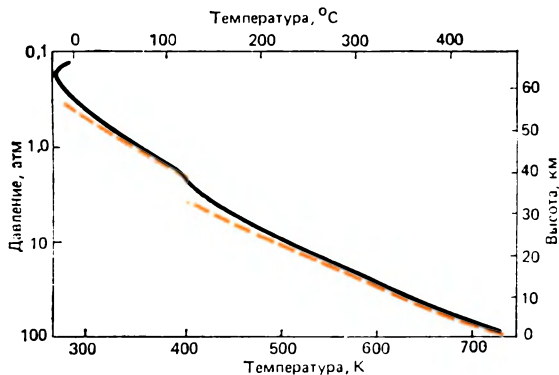
сотрудничает с СССР в космических исследованиях, американские ученые проявили большой интерес к проекту «Вега» и к аэростатному эксперименту особенно. Они участвовали в приеме сигналов (в рамках международной сети) и в составе французской научной группы (так сказать, «под французской крышей») в разработке метеорологического комплекса на гондоле. Сейчас специалисты трех стран совместно изучают и интерпретируют результаты измерений.

Главные компоненты атмосферы Венеры — это CO_2 (~96,5%) и N_2 (~3,5%). В список малых составляющих, которые ранее были уверенно обнаружены в атмосфере Венеры, входят как инертные газы (He, Ne, Ar, Kr), так и химически активные (H_2O , CO, SO_2 , HCl, HF). Имеются данные о присутствии H_2 , O_2 , H_2S , COS, Xe, но они менее надежны. Арсенал экспериментальных средств, использовавшихся для исследования химического состава атмосферы Венеры, весьма внушитель — это оптическая спектроскопия (с Земли, со спутника с посадочного аппарата), масс-спектрометры, газовые хроматографы, датчики с применением специфических газовых реакций.

Водяной пар и двуокись серы (SO_2) представляют особенно большой интерес с точки зрения химии облачного слоя. Их содержание является функцией высоты. Так, например, содержание водяного пара минимально на высотах 45—50 км (по разным измерениям от 0,02 до 0,2%). Измерения, проведенные с помощью оптического спектрофотометра на «Венере-11, -12» (В. И. Мороз, Б. Е. Мошкин, А. П. Экономов и др.), показали, что около поверхности содержание водяного пара в среднем ~0,002%, а на высоте 58 км (по спектрам, полученным с фурье-спектрометром на «Венере-15») — около 0,003%. Новые измерения содержания H_2O , выполненные под руководством Ю. А. Суркова на посадочных аппаратах «Вега-1» и «Вега-2», качественно подтвердили существование максимума на высоте 45—50 км, однако обнаружилось значительное количественное расхождение с результатами более ранних спектрофотометрических экспериментов. Впрочем, на Венере, как это имеет место и на Земле, могут быть значительные локально-временные вариации содержания H_2O .

Оптическая спектроскопия применялась и на посадочных аппаратах «Вега», но уже по-новому. Раньше (на «Венере-11, -12, -13, -14») регистрировался спектр солнечного излучения, «просочившегося» в глубокие слои атмосферы. На этот раз посадка производилась ночью, поэтому использовался искусственный источник — ультрафиолетовая ксеноновая лампа. Ее лучи, проходя через кварцевое окно в стенке аппарата наружу, преодолевали в открытой атмосфере путь ~0,8 м и возвращались сфе-

Зависимость температуры T от давления p и высоты H над поверхностью планеты, полученная с помощью посадочного аппарата «Вега-2». Наклон реальной кривой либо меньше, чем адиабатической, либо такой же. В первом случае атмосфера устойчива, то есть конвективные движения отсутствуют, во втором — имеет место конвекция. Из сопоставления этих кривых ясно, что в атмосфере Венеры должны быть две конвективные зоны: одна из них примыкает к поверхности (высоты 0—35 км), вторая по высоте совпадает с нижней и средней частями облачного слоя



рическим зеркалом через то же окно внутрь аппарата, где они фокусировались на щель спектрометра. По мере того, как аппарат снижался, излучение лампы все больше и больше ослаблялось атмосферным поглощением. Так впервые были исследованы поглощающие свойства атмосферы Венеры ниже 60 км в диапазоне от 2200 до 4000 А. Удалось обнаружить широкую полосу поглощения, природа которой окончательно пока еще не установлена. Наиболее вероятно, что поглощающее вещество — это газообразная сера S_8 . Если это так, то ее содержание — около 0,001% на высоте ~40 км. (Научные руководители эксперимента — автор данной статьи и Ж.-Л. Берто, Франция).

ТЕРМОМЕТР И БАРОМЕТР — ЧТО МОЖЕТ БЫТЬ ПРОЩЕ?

Вопрос вполне справедлив, но почему-то с ответом долгое время были трудности. Датчики температуры и давления на «Венере-13, -14» (1982 г.) реально мало чем отличались от датчиков «Венеры-8» (1972 г.). Уже давно были известны температура и давление на поверхности планеты, а также примерное изменение этих параметров с высотой. Но точность измерений требовалось повысить.

На борту космических аппаратов «Вега» были проведены **прецизионные** измерения температуры и давления. Для этих измерений использовались термометры сопротивления и апароидные датчики давления. Эксперимент проводился под руководством В. М. Линкина

(ИКИ АН СССР) в сотрудничестве с французскими учеными (Ж. Бламон и др.)

Результаты прямых измерений непосредственно смыкаются с определениями температурных профилей мезосферы, проведенными при помощи инфракрасного спектрометра на «Венере-15». Анализируя совокупность данных, можно сформулировать общие выводы:

на высотах от 0 до 90 км — систематические суточные вариации температуры очень малы — они не превышают нескольких градусов;

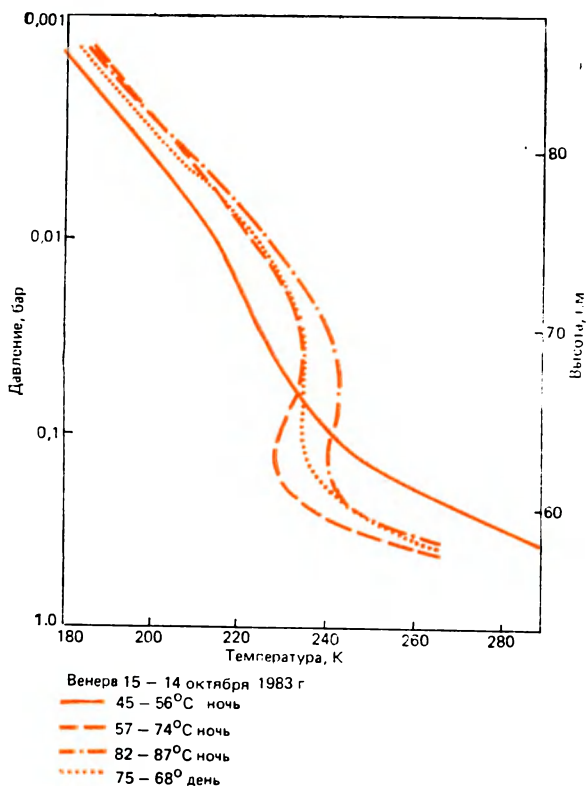
в тропосфере — ниже 55 км — изменение температуры близко к линейному; однако не везде оно адиабатическое;

ниже 40—45 км температура атмосферы не зависит от широты;

на высотах более 40—45 км наблюдается зависимость температуры от широты места, а на высотах 60—100 км качественный характер профилей меняется с широтой: в области широт $\varphi \leq 60^\circ$ он монотонный, на высоких широтах обычно имеется инверсия (минимум температуры на высоте ~75 км) или изотермия;

на высотах более 55 км встречаются локально-временные вариации случайного характера с амплитудой до 10—15°.

Отсутствие систематических суточных вариаций объясняется огромной тепловой инерцией нижней атмосферы. Стабильность разреженных мезосферных слоев связана с тем, что энергия, которую они получают от нижней атмосферы за счет ее теплового излучения, существенно больше, чем прямой солнечный нагрев. А так как эти нижние слои не испытывают суточных температурных изменений, то температура и мезосферных слоев стабильна.



Примеры высотных профилей температуры, определенных по инфракрасным спектрам (фурье-спектрометр «Венеры-15»)

АЭРОЗОЛЬ ИЛИ ПОПРОСТУ — МУТНАЯ СРЕДА

Давно уже астрономы пришли к убеждению: они не могут увидеть поверхность Венеры в телескоп из-за того, что планета окутана облачным покровом. Строго говоря, и без облаков мы бы ничего не увидели: слишком велика газовая толща атмосферы, и одного только рэлеевского молекулярного рассеяния достаточно, чтобы сделать детали на поверхности планеты почти неразличимыми.

Но так или иначе облака на Венере существуют, они образуют сплошной облачный покров без разрывов. Лучше всего об этом «рассказывает» инфракрасное излучение. Типичные яркостные температуры планеты в ИК-диапазоне — это 220—240 К (длина волны около 10 мкм) и 250—270 К (в максимуме длины

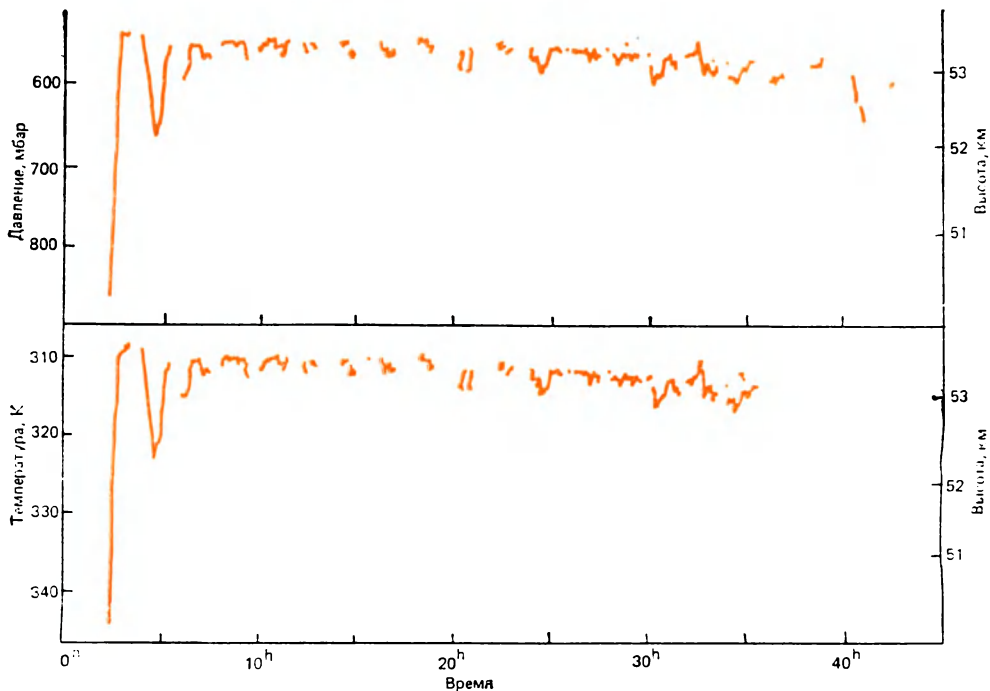
волны около 28 мкм). Без плотной аэрозольной среды такие низкие яркостные температуры объяснить невозможно. Если собрать воедино все данные, то структура аэрозольной среды в атмосфере планеты представляется таким образом:

основной облачный слой имеет толщину около 20 км (с границами на высотах 65—70 и 45—50 км), в 1 см³ его содержится около 100 частиц диаметром порядка 1 мкм;

над основным слоем, вплоть до высоты ~90 км, находится очень разреженная (1—10 частиц в 1 см³) **надоблачная дымка**;

подоблачная дымка, тоже разреженная (~1 см⁻³), располагается ниже основного слоя — вплоть до высоты ~30 км.

Даже в основном облачном слое оптическая видимость велика — несколько километров (по земным понятиям это скорее туман,

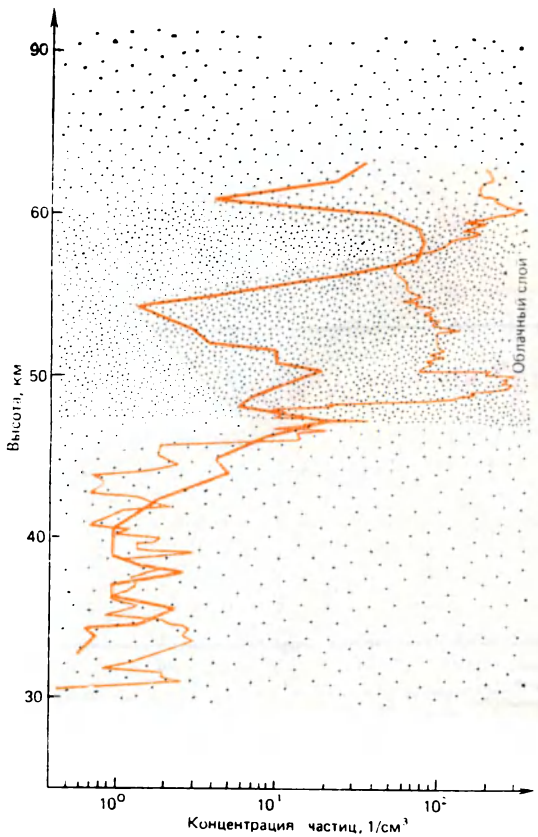


Изменение температуры и давления на трассе полета аэростатного зонда станции «Вега-1» 11 июня 1985 года. При соответствующем подборе масштабов обе кривые почти совпадают. Это означает: наблюдаемые вариации температуры объясняются изменениями высоты «плавания» аэростата. Видно, что эти изменения имеют характер «рывков», направленных преимущественно вниз. «Рывки» вызваны движением аэростата в конвективной зоне, а их преимущественное направление, вероятно, связано с тем, что трасса полета проходила через верхние части конвективных ячеек

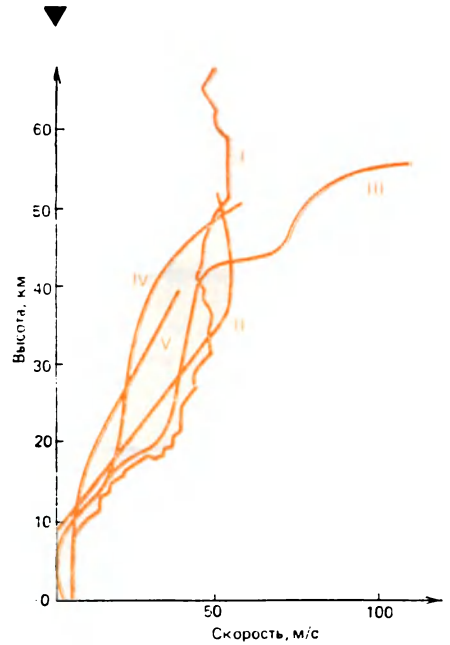
но, как говорится, все относительно). Положение нижней границы облачного слоя и оценка коэффициента рассеяния в глубине его были впервые найдены в нефелометрическом эксперименте на посадочных аппаратах «Венера-9, -10» в 1975 году (Земля и Вселенная, 1976, № 3, с. 3.—Ред.) М. Я. Маровым и его сотрудниками. Детальная информация о распределении частиц по размерам может быть получена только применяя аэрозольные спектрометры — оптические приборы, регистрирующие пролет индивидуальных частиц через ма-

лое поле зрения. Такой эксперимент был проведен до «Веги» всего один раз — на американском зонде «Пионер» (1978 г.). На посадочных аппаратах «Вега-1» и «Вега-2» работали по 2 разных аэрозольных спектрометра. Результаты показали: в местах посадки наших последних аппаратов подоблачная дымка значительно плотнее, а относительное количество крупных частиц в основном слое много меньше, чем там, где опустился КА «Пионер».

Что можно сказать о химическом составе частиц? В инфракрасных спектрах хорошо видны полосы серной кислоты в жидкой фазе. Это свидетельствует о том, что верхняя часть облаков (до высоты, по крайней мере, порядка 60 км) содержит много частиц, состоящих из серной кислоты, или, может быть, только такие частицы. Почти никаких данных о больших глубинах не было. В 1978 году на «Венере-12» Ю. А. Сурков и его сотрудники впервые провели на посадочном аппарате эксперимент по сбору частиц и их анализу, используя рентгеновский флуоресцентный спектрометр. Сущность метода такова: исследуемое вещество облучается жестким излучением, которое возбуждает глубокие электронные оболочки



Вертикальный профиль зонального ветра в атмосфере Венеры по данным измерений на посадочных аппаратах. I — «Венера-12»; II — «Венера-9, -10»; III — «Венера-8»; IV — дневной зонд «Пионер-Венера»; V — северный зонд «Пионер-Венера»



Концентрация аэрозольных частиц в атмосфере по данным прямых измерений. Приведена концентрация всех частиц, диаметр которых превышает некоторую линейную величину (0,6 мкм в случае «Пионера» и 0,7 мкм в случае «Веги»). Видно, что облачный слой имеет сложную стратификацию, и характер ее различен над местами посадок спускаемых аппаратов «Вега-2» и «Пионер», хотя существуют и общие черты: можно выделить в обоих случаях три основных «субслоя» — верхний, средний и нижний, причем в среднем концентрация минимальна

лота), но какому соединению приписать хлор — до сих пор не ясно.

Целая серия экспериментов по определению химического состава частиц была проведена на посадочных аппаратах «Вега-1 и -2». Б. М. Андрейчиков, Л. М. Мухин и их сотрудники существенно модифицировали метод, использующий рентгеновский флуоресцентный спектрометр, и смогли получить хорошее высотное разрешение. Результат оказался поразительным: есть сера, есть хлор, но они, похоже, образуют достаточно узкие слои, не совпадающие по высоте! Кроме серы и хлора найден, по-видимому, и фосфор. Два других эксперимента были нацелены на прямое обнаружение серной кислоты в аэрозоле. Частицы собирались специальными фильтрами и подвергались химической обработке, при которой H_2SO_4 разлагается на SO_2 и H_2O . В одном из экспериментов продукты разложения измерялись масс-спектрометром (Ю. А. Сурков и его французские коллеги — Г. Израэль и

и заставляет их испускать рентгеновские кванты. Это так называемое характеристическое излучение, по спектру его можно идентифицировать элементный состав «мишени». В результате эксперимента стало ясно, что частицы облаков Венеры содержат серу и хлор. С серой все вполне объяснимо (раз есть серная кис-

Р. Тома), в другом — газовым хроматографом (группа под руководством Л. М. Мухина). Оба эксперимента показали: на высотах 47—63 км присутствует H_2SO_4 в количестве около 1 мг/м³.

Совокупность данных позволяет думать, что ниже 60 км имеются аэрозольные частицы, состоящие не только из серной кислоты, но и из какого-то другого вещества, и, может быть, по массе их много больше, чем сернокислотных. Интерпретация данных, полученных космическими аппаратами «Вега-1 и -2» еще не закончена. Возможно, она позволит получить ответ на этот вопрос. Один из кандидатов — элементарная сера.

АТМОСФЕРНЫЙ ПАРНИК

Облака Венеры очень хорошо отражают солнечное излучение. Глобальная характеристика, определяющая среднюю отражательную способность планеты, — ее сферическое альbedo A . У Венеры $A=0,76$, то есть примерно вдвое больше, чем у Земли. Доля солнечного излучения $1 - A$ поглощается планетой, нагревает ее. Поток уходящего в космос теплового (инфракрасного) излучения должен быть точно сбалансирован поступающей энергией. В случае Венеры поток этого излучения такой же, как от абсолютно черного тела с температурой 230 К (температура эквивалентного абсолютно черного тела называется эффективной температурой планеты).

Однако как совместить малую величину эффективной температуры (230 К) с большой температурой поверхности (~735 К)? Кажущееся противоречие объясняется парниковым эффектом. Как известно, он состоит в том, что даже небольшое количество солнечного излучения, проникающего до поверхности, может нагреть ее до высокой температуры. Проницаемость атмосферы для солнечного (или коротковолнового) излучения — это только одно из необходимых условий. Есть и второе — атмосфера должна сильно поглощать свое собственное тепловое излучение (то есть длинноволновое). Определение химического состава атмосферных газов, измерение потоков солнечного излучения, характеристик облаков показали, что оба условия выполняются не только качественно, но (по крайней мере в первом приближении) и количественно: парниковый эффект — именно тот физический механизм, который ответствен за высокие тем-

пературы в нижних слоях атмосферы и на поверхности планеты.

СУПЕРРОТАЦИЯ — ВЕЧНЫЙ УРАГАН

Докторская диссертация члена-корреспондента АН СССР Г. С. Голицына — известного специалиста по атмосферной динамике — начиналась фразой: «На планетах дуют ветры!». Что правда, то правда, а в отношении Венеры это правда «в квадрате». Вся планета охвачена мощной зональной (то есть направленной вдоль широты) циркуляцией. На высотах 60—70 км скорость ветра достигает ~100 м/с. Движение облаков вблизи верхней границы создает впечатление, что планета быстро вращается, делая 1 оборот за 4 суток, хотя (как показали радиолокационные измерения) твердое тело планеты имеет период вращения около 243 сут. По измерениям, проведенным на посадочных аппаратах (В. В. Кержанович и другие) скорость ветра по мере приближения к поверхности планеты уменьшается и ниже 10 км она становится всего порядка 1 м/с. Длительные аэростатные измерения скорости ветра (в экваториальных широтах они проводились на высоте порядка 54 км) показали, что в среднем скорость ветра составляет около 70 м/с.

Такая мощная зональная циркуляция на медленно вращающейся планете — явление трудно объяснимое. Было предложено несколько возможных гипотез. Одна из них состоит в том, что энергия конвективных движений в облачном слое переходит в энергию направленных движений. Кардинальную проверку этой гипотезы можно было бы провести, если бы удалось полностью исключить облачный слой: атмосфера стала бы прозрачной в ИК-диапазоне. Тогда конвективные движения прекратятся и если гипотеза верна, суперротация должна исчезнуть. Но, к сожалению, возможен только мысленный эксперимент такого рода. А единственный реальный способ найти ответ — это накопление информации об особенностях движений атмосферы на Венере. И главную роль здесь могут сыграть аэростаты, но чтобы прямо проследить за «линиями тока» в циркуляционном движении атмосферы планеты, двух аэростатов мало. Однако проведенные на них измерения уже дали существенные научные результаты. Они показали, что на высотах 53—54 км имеет-

ся значительно более интенсивная конвекция, чем это ранее предполагалось. Скорее всего, энергия, необходимая для суперротации, действительно «перекачивается» из энергии конвективных движений.

ТЕМНО ЛИ НА ВЕНЕРЕ В ПОЛНОЧЬ?

Еще год назад автор данной статьи ответил на это довольно четко — темнее не бывает. Ответ верен и сейчас, если иметь в виду видимый диапазон длин волн. Однако надо сделать уточнение. Ведь поверхность планеты нагрета до высокой температуры и начиная с длин волн около 1 мкм интенсивность этого излучения становится достаточно заметной. Как раз на такой длине волны спектр пропускания атмосферных газов имеет окно прозрачности, и довольно значительный поток излучения, идущий от поверхности, пробивается вверх — вплоть до высот 40—60 км. Впервые на таких высотах он был измерен на посадочных аппаратах и аэростатных зондах «Вега-1, -2», хотя ранее вблизи самой поверхности ее тепловое излучение было зафиксировано зондами «Пионер». Открывается перспектива в дальнейших экспедициях получать панорамные изображения поверхности, используя ее собственное тепловое излучение.

Итак, почему же они такие разные — Венера и Земля?

Похоже, что мы близки уже к ответу. Наиболее важное различие, по-видимому, состоит в совершенно разном количестве воды на поверхности, хотя не менее важно огромное различие и в количестве атмосферного углекислого газа. Обе особенности тесно связаны, так как жидкая вода прекрасно растворяет CO_2 и переводит его в связанное состояние: растворенный в воде углекислый газ реагирует с силикатами и они превращаются в карбонаты. Количество углекислоты, связанной этим процессом на Земле, примерно такое же, как в атмосфере Венеры. Итак, вероятно, дефицит воды на Венере — это факт, имеющий первичное значение и определивший особую судьбу планеты — быть очень горячей. Высказывались в разное время четыре гипотезы для объяснения дефицита воды:

1) Венера образовалась с малым количеством H_2O из-за того, что в протопланетном облаке не было ледяных частиц на соответствующем расстоянии от Солнца (~0,7 а.е);

2) вода на Венере связана в горных породах;

3) «убегание» водорода из верхней атмосферы Венеры (термическая диссипация) привело к исчерпанию первоначально больших запасов воды;

4) на начальной стадии формирования Венеры имела такую же гидросферу, как Земля, но потеряла ее в результате космической катастрофы — столкновения с крупным телом, размером с Луну или даже с Марс.

Первая гипотеза маловероятна, поскольку вода в частицах, из которых аккумуляровались планеты, содержалась скорее не в виде льда, а в форме кристаллизационной воды (связанной в минералах). Вторая гипотеза «не проходит» количественно, хотя и существуют породы, удерживающие H_2O при высоких температурах. Третья кажется более правдоподобной, так как измеренное (пусть и не очень уверенно) отношение изотопов водорода D/H на Венере примерно в 100 раз больше земного. Это свидетельствует о том, что Венера действительно потеряла значительное количество водорода (а значит, и H_2O). Однако количественные расчеты, основанные на данной гипотезе, показывают: начальная масса гидросферы Венеры все равно должна быть много меньше земной (В. А. Краснопольский). Четвертая гипотеза — «катастрофическая» — родилась совсем недавно, в результате одной из работ по математическому моделированию столкновений в протопланетном облаке. Эта работа (Дж. Везерилл, США, 1985 г.) показала, что вероятность столкновений крупных протопланетных тел — уже близких к «завершению строительства» — довольно велика и не может быть сброшена со счетов. Возможно, здесь и ответ, но будем осторожны. Венера изучалась в последние годы очень интенсивно, однако «белых пятен» еще много и рано говорить, что атмосфера этой планеты нам полностью понятна.



Научная программа «Разрезы»

Уже несколько лет в Советском Союзе осуществляется программа исследования взаимодействия океана и атмосферы в целях изучения короткопериодных изменений климата (сокращенное название «Разрезы»). Это грандиозное мероприятие начиналось как национальная программа, но в последнее время к работе подключились научные коллективы других социалистических стран.

КОРТОКПЕРИОДНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Климат Земли играет в жизни людей огромную роль. Почти ни одна отрасль хозяйства не развивается без учета климата. Но, с другой стороны, сама деятельность человека может оказать серьезное влияние на климат, изменять его. Поэтому исследование и предсказание таких изменений в последние годы стало неотложной задачей науки. Для более глубокого понимания механизмов, которые управляют климатическими изменениями, Всемирная метеорологическая организация приступила в 1979 году к осуществлению **Всемирной программы по изучению климата** (Земля и Вселенная, 1983, № 3, с. 22.— Ред.). В рамках этой программы, выполняемой силами многих стран, ученые, во-первых, пытаются определить, почему, где и как климат Земли может меняться, а во-вторых, разработать методы прогноза таких изменений.

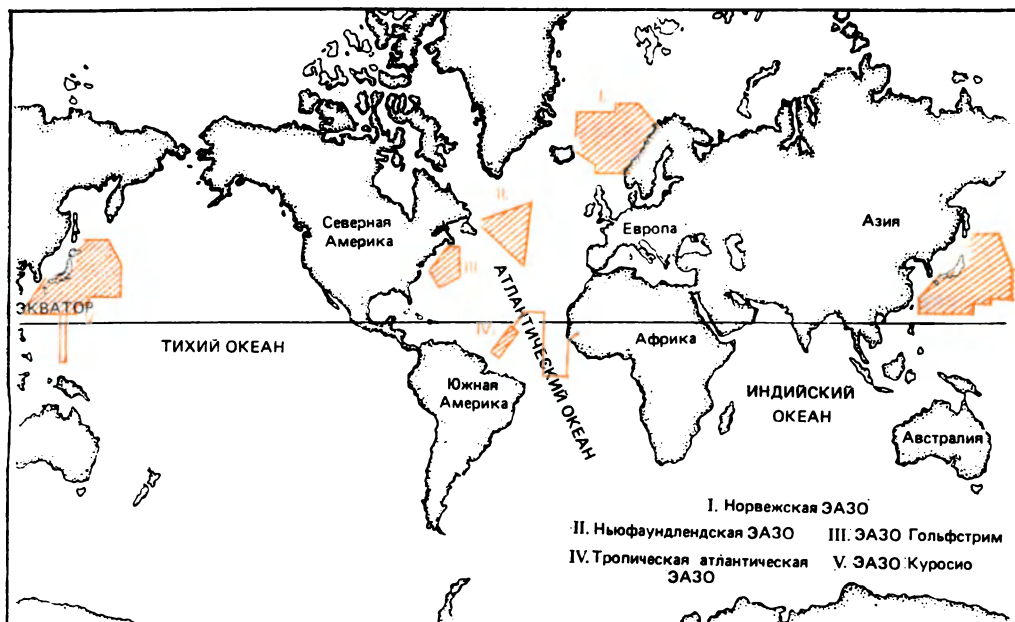
Особый интерес ученых, занимающихся проблемой климата, сейчас вызывают короткопериодные его изменения — от сезона до года. Такие колебания представляют наибольший практический интерес для сельского хозяйства, а также других отраслей экономики, связанных с использованием солнечной энергии и водных ресурсов. Но выявить механизм

таких короткопериодных изменений нелегко, так как пока в количественном отношении недостаточно ясна роль факторов, которые их вызывают. Ученые лучше стали понимать процессы, происходящие в атмосфере Земли, — ее изучению посвящалась, например, **Программа исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП)**. Однако процессы в Мировом океане, а особенно взаимодействие его с атмосферой, не только количественно, но зачастую и качественно изучены намного слабее. А ведь Мировой океан, служащий основным источником влаги в атмосфере, а также тепла в холодное время года (Земля и Вселенная, 1979, № 6, с. 10.— Ред.), — один из основных климатообразующих факторов.

Для изучения короткопериодных колебаний советские ученые в 1981 году приступили к выполнению научной программы, направленной на исследование взаимодействия океана и атмосферы, — «Разрезы». Возглавляет программу академик Г. И. Марчук.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

В конечном счете программа «Разрезы» предусматривает создание научно-методической основы для прогнозирования колебаний климата от сезона до года. Главным образом это разработка моделей системы «океан — атмосфера», с помощью которых и будут делаться такие прогнозы. Но сначала нужно решить ряд задач. Во-первых, необходимо изучить механизм среднего нормального годового хода и аномалий температуры и теплосодержания в верхнем слое океана; во-вторых, исследовать, как формируются аномалии источников нагревания в самой атмосфере и как они связаны с аномалиями температуры верхнего слоя океана. И наконец, нужно понять, как реагирует атмосфера на аномалии источников нагревания. Таким образом, пред-



Энергоактивные зоны в Мировом океане

полагается изучить тесную связь атмосферных процессов с процессами в океане за периоды от нескольких месяцев до года.

Для предсказания погоды на европейской территории нашей страны на день-два вперед можно и не учитывать состояние океана, но если прогноз делается, скажем, на месяц, то без данных об океане уже не обойтись. Цель программы «Разрезы» и состоит в том, чтобы перейти от качественных рассуждений к количественным расчетам, помогающим решить названные выше задачи. А для этого нужно иметь конкретные данные об океане — подробную информацию о его температуре, солености, теплосодержании и других характеристиках. Но Мировой океан слишком велик, и для изучения только одного его верхнего слоя до конца нашего столетия не хватило бы ни сил, ни средств.

Теоретические исследования академика Г. И. Марчука и анализ данных наблюдений за характеристиками поверхностного слоя океана показали, что в Мировом океане существует примерно 10 зон — у побережья Скандинавии, в средней и тропической части Атлантики, в районе Гольфстрима, в районе Курусио и т. д., где океан наиболее динами-

чен и обмен энергией между ним и атмосферой самый интенсивный. Например, район к юго-востоку от острова Ньюфаундленд в Атлантике — Ньюфаундлендская энергоактивная зона — отличается повышенной отдачей тепла из океана в атмосферу, интенсивность отдачи тепла за год здесь выше, чем в других районах Атлантического океана на той же широте, примерно в 10 раз. Поэтому в конце 70-х годов академик Г. И. Марчук предложил проводить экспедиционные работы не по всей акватории Мирового океана, а лишь в отдельных, энергоактивных зонах.

В грандиозном природном процессе — обмене энергией между океаном и атмосферой, который изучается в рамках программы «Разрезы», нужно понять, как в океане зарождаются аномалии тепла. Известно, что временами климат океана резко изменяется: например, в последние годы зарегистрировано потепление тропической зоны океана. Важно также знать, каким способом тепло из аномальных районов поступает в атмосферу и как атмосфера «откликается» на это.

Один из ярких примеров аномалии температуры в океане — явление Эль-Ниньо, оно весьма нерегулярно (с периодичностью от двух до восьми лет) возникает в Тихом океане у берегов Перу. Теплые воды, приходящие

сюда из тропических районов, как бы накрывают идущие с юга холодные течения. В результате гибнет рыба, птица, все это приносит огромные убытки. Эль-Ниньо зимой 1982—1983 годов вызвало особенно резкие колебания климата над территорией многих стран — Перу, США, Австралии...

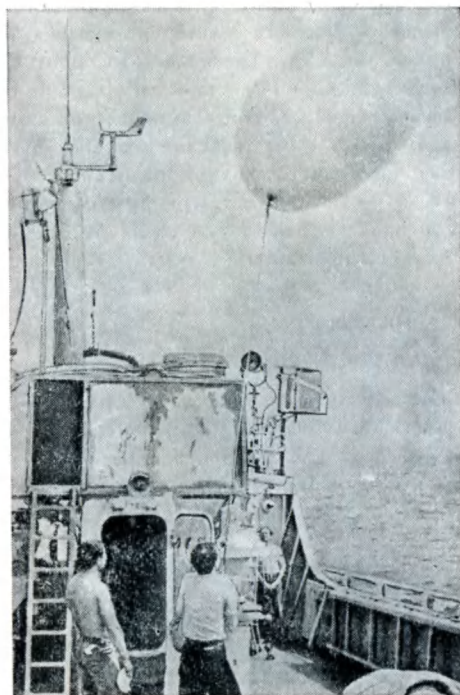
Как теперь стало ясно, Эль-Ниньо — не самостоятельный процесс, это только звено в длинной цепи процессов южной осцилляции, то есть колебаний между центрами давления тепла и холода в атмосфере. Колебания эти и вызывают иногда резкие, крупномасштабные изменения в атмосфере и в океане, подобные Эль-Ниньо. Причину таких аномалий ученые и хотят понять, используя информацию, получаемую по программе «Разрезы».

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ РАБОТЫ

Экспедиционные работы по программе регулярно проводятся в пяти энергоактивных зонах Атлантического и Тихого океанов — Норвежской, Ньюфаундлендской, Зоне Гольфстрима, Атлантической тропической и Зоне Куроисио — на специальных полигонах с максимальными размерами 1500×2000 км. Каждый сезон года в течение нескольких недель здесь на многочисленных разрезах (отсюда и название программы) выполняются натурные исследования. Во время рейсов с научно-исследовательских судов делают, по крайней мере, две океанографические съемки, а в промежутке выполняют в определенных точках полигона многосуточные наблюдения температуры океана на различной глубине, а также облачности, направления ветра, атмосферного давления и других характеристик. В холодную пору года, когда между океаном и атмосферой идет самый интенсивный теплообмен, измерения во всех энергоактивных зонах особенно ценны.

В программе «Разрезы» участвует восемь различных ведомств (прежде всего это — Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды и Академия наук СССР) и десятки институтов страны. Чтобы представить масштаб работ, достаточно сказать: 25—30 рейсов в год делают по этой программе большие научно-исследовательские суда.

Кроме судов, в экспедиционных работах используются самолеты и искусственные спут-



Аэрологические наблюдения в районе энергоактивной зоны океана. Запускается радиозонд

ники Земли. Последние особенно важны, так как охватывают наблюдениями огромные акватории. И хотя точность спутниковых измерений не так велика, они дают возможность получать информацию в тех районах океана, где наблюдения вообще не проводятся. Для выполнения программы мы стараемся привлечь и другую доступную информацию об океане, которую могут дать, например, корабли погоды или другие суда, ведущие попутные океанографические и метеорологические наблюдения.

В рамках программы «Разрезы» уже получены огромные массивы данных. Накапливается научная информация в специальных центрах сбора и обработки данных. Главный центр находится во Всесоюзном научно-исследовательском гидрометеорологическом институте — в Международном центре данных ВНИИГМИ — МЦД в Обнинске. Сюда стекается и здесь проходит предварительную обработку информация всех видов. В Главной геофизической обсерватории в Ленинграде де-

ляется анализ данных актинометрических и специальных судовых метеорологических наблюдений. Еще два региональных центра — во Владивостоке и Одессе — собирают и обрабатывают данные, полученные соответственно в Тихом и Атлантическом океане. Материалы из всех четырех центров поступают во ВНИИГМИ — МЦД, а затем в виде магнитных лент направляются во все заинтересованные в них учреждения.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Конечная цель программы «Разрезы» — создание математических моделей изменения климата. Но трудность здесь пока в том, что основные наблюдения в океане проводятся лишь в «опорных точках», а модели нужно составить для процессов во всем океане или во всяком случае на огромных его акваториях. Возьмем такой пример. Чтобы дать прогноз состояния атмосферы, нужно знать ее состояние в данный момент (начальные условия). В атмосфере эти начальные условия известны: метеостанции регулярно, несколько раз в сутки, сообщают температуру воздуха и другие характеристики. Начальных же условий для состояния океана практически нет. Имеется весьма грубая информация о температуре большей части поверхности океана (осредненная за 5—10 дней), данные же о температуре на глубине очень скудны, наконец, мы почти не располагаем данными прямых измерений скорости течения в океане (это очень дорогостоящие измерения). Поэтому начальные условия для океана нужно получить, и получить с помощью модели, опираясь на наблюдения в энергоактивных зонах и доступную информацию из других районов. Получив эту начальную климатическую информацию, нужно проследить ее эволюцию во времени. Причем усваивать информацию, понимать, что происходило с характеристиками океана, придется все время с помощью модели. Например, в энергоактивных зонах получены данные о солености и температуре воды, но совсем мало информации о течениях. Этот дефицит нужно будет восстанавливать по данным о солености и температуре, используя модель. Образно говоря, математическая модель должна создавать кинофильм по отдельным фотоснимкам.

Сейчас усилия всех участников программы «Разрезы» направлены на то, чтобы создать модель взаимодействия океана и атмосферы. А когда удастся учесть и роль континентов в этой сложной системе, будет уже настоящая полная модель изменений климата. Она и покажет, как возникают аномалии в океане и как они влияют на климат суши. Вообще математическое моделирование климатических изменений держится на «трех китах»: система уравнений, управляющих процессами движений и теплообмена в океане, и методы их решения; данные прямых и косвенных измерений характеристик океана и атмосферы; обработка на электронно-вычислительных машинах (необходимы мощные ЭВМ).

Когда мы будем в состоянии, пользуясь моделями, правильно отобразить основную климатическую картину, а также проследить за процессами переноса и трансформации аномалий тепла, тогда — но не раньше — можно будет говорить о прогнозировании короткопериодных изменений климата. Прогноз возможен только с помощью математической модели и только после того, как моделирование позволит разобраться в сложнейшем механизме взаимодействия атмосферы и океана.

ПЕРВЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В то время, когда программа «Разрезы» еще подготавливалась, энергоактивные зоны были определены весьма приближенно. И весьма приближенно ученые представляли себе масштаб разыгрывающихся там процессов. Теперь же, основываясь на наблюдениях в этих зонах, можно сказать, что изменения и аномалии различных характеристик там намного больше, чем раньше предполагали. Довольно интенсивные процессы, как оказалось, протекают в Ньюфаундлендской зоне: холодные течения с севера и теплые с юга встречаются здесь, создавая такие резкие изменения и аномалии, о существовании которых ученые ничего не знали. В результате содержание тепла в верхнем слое океана в этом районе за год меняется всего в 1,5—2 раза, но зато теплообмен с атмосферой, как выяснилось, меняется в 10 раз! В Мировом океане недавно были обнаружены гигантские синоптические вихри — диаметром в несколько сот

километров (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 14.—Ред.). В Норвежской энергоактивной зоне такой вихрь охватывает толщу океана от поверхности до глубины более 500 м и температура его примерно на один-два градуса выше, чем температура окружающих вод. Один-два градуса для северных широт океана — это большая разница температур.

В ходе работы по программе «Разрезы» сделаны первые попытки объединить данные наблюдений с результатами расчетов на ЭВМ (четырёхмерный анализ). Сущность метода заключается в построении с помощью ЭВМ пространственного и временного хода всех гидрологических характеристик по неполным, отрывочным наблюдениям некоторых из них. В метеорологии в этом направлении сделано много, в океанологии же метод стал началом весьма перспективных исследований. С его помощью удалось, например, показать, что Гольфстрим очень динамичен за счет меандрирования и намного интенсивнее, чем считалось на основе климатической информации.

Анализ данных за много лет, полученных в районе течения Куроисио, показал, что течение имеет два «излюбленных» режима: оно либо следует вдоль побережья Японии вблизи континентального склона, либо резко отходит от него, описывая незамкнутую петлю. Разумеется, при этом сильно меняется и местный теплообмен между атмосферой и океаном. Переход от одного режима течения к другому происходит нерегулярно — один раз в 3—8 лет. Подтвердилось и предположение о том, что между Куроисио и Эль-Ниньо существует связь.

Сейчас уже можно с уверенностью сказать: наблюдения по программе «Разрезы» сильно изменили наши представления о динамике океана. И таких наблюдений сделано немало. За первые пять лет только в трех энергоактивных зонах — Норвежской, Ньюфаундлендской и Куроисио — выполнено свыше десяти тысяч океанографических станций, более двадцати тысяч метеорологических и свыше четырех тысяч аэрологических наблюдений.

УНИКАЛЬНОСТЬ ПРОГРАММЫ

В нашей стране до сих пор не было такой обширной и такой длительной программы по изучению взаимодействия океана и атмосферы, как «Разрезы». В этом смысле



Наблюдения течений проводятся с помощью автономных цифровых измерителей течения (АЦИТ), которые устанавливаются на буйковых станциях. На снимке: прибор АЦИТ опускается за борт

она уникальна. Ее океаническую часть нельзя сравнить ни с ПОЛИМОДЕ, которая выполнялась немногим более года, ни с «Полигоном-70», длившимся полгода, ни с Экспериментом в Южном океане (Земля и Вселенная, 1984, № 2, с. 84.—Ред.), который занял несколько месяцев. Вначале программа «Разрезы» была рассчитана на пять лет (1981—1986 гг.), а теперь решено продлить ее еще на столько же. Атмосфера и океан сейчас изучаются в рамках нескольких довольно крупных программ. В 1985 году силами многих стран была начата международная программа по исследованию взаимодействия атмосферы и океана — ТОГА (Тропический океан и глобальная атмосфера). Советский Союз участвует в этой программе. Кроме натурных наблюдений, она предусматривает создание глобальной модели атмосферы и тропической части Мирового океана. Так что задачи ТОГА и «Разрезов» близки.

Американские ученые предложили еще одну научную программу, которая провозглашена международной и называется **Экспериментом по изучению циркуляции Мирового океана**. Программу, вероятно, начнут осуществлять в 90-х годах с целью найти количественные характеристики общей циркуляции океана и по ним оценить чувствительность климатической системы к изменению внешних (естественных и антропогенных) воздействий. Важную роль в программе будут играть спутниковые наблюдения. Так же, как и в программе «Разрезы», основные научные результаты планируется получить с помощью математических моделей.

В настоящее время разработан проект программы «Разрезы» на следующее пятилетие (1986—1990 гг.). Предполагается расширить районы наблюдений, выйти за пределы

энергоактивных зон, все больше накапливать информацию. К выполнению программы подключаются новые и новые институты и учреждения нашей страны, а в последнее время присоединились и научные коллективы социалистических стран. В экспедиционных работах активно стали участвовать специалисты из ГДР, в теоретических — немецкие, болгарские и польские ученые. Если наблюдения по программе «Разрезы» и по программе ТОГА пойдут одновременно и к тому же в близких районах, то эффективность обеих программ существенно возрастет. Стратегия дальнейших наблюдений по программе «Разрезы» — ни в коем случае не сворачивать их, не сбавлять темпа, а, наоборот, расширять и углублять исследования такой важной проблемы, как взаимодействие атмосферы и океана.

Экологический прогноз — по аэрокосмическим снимкам

В науках о Земле большое значение придается сейчас экологическому прогнозу. Чтобы составить такой прогноз для тех или иных территорий, необходимо точно и оперативно регистрировать современную динамику присутствующих им экосистем. Лучше всего это делать с помощью аэрокосмических снимков, повторяя съемку одной и той же территории через большие интервалы времени. Таким образом выявляется тенденция изменения экосистем.

Б. В. Виноградов, В. В. Лебедев, К. Н. Кулик, А. П. Капцов (Институт эволюционной морфологии и экологии животных имени А. Н. Северцова АН СССР, Центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, Всесоюзный научно-исследовательский агролесомелиоративный институт ВАСХНИЛ) исследовали дина-

мику в Калмыцкой АССР пустынно-пастбищных систем Черных земель — одного из самых крупных в нашей стране очагов опустынивания. Этот обширный массив песчаных почв площадью свыше 2 млн. га издавна использовался в качестве зимнего отгонного пастбища Западного Прикаспия и Восточного Предкавказья. За последние десятилетия экосистемы региона сильно нарушились под воздействием антропогенной нагрузки.

Используя аэрофотоснимки территории, сделанные в 50—60-х годах, космические фотографии с орбитальных станций «Салют-6» и «Салют-7» — 1976, 1978 и 1982 годов, а также данные нескольких экспедиций, работавших в разное время на территории Черных земель, авторы на осно-

вании расчетов установили следующее. Если в 1954—1958 годах экосистемы Черных земель находились в устойчивом состоянии — преобладали продуктивные пастбища и сенокосы, то к 1969—1970 годам «нагрузка» на них достигла предельно допустимых значений (непоправимый ущерб нанесли перевыпас скота и распашка песчаных почв для посева кормовых трав, на месте которых вскоре возникли крупные очаги ветровой эрозии почв). В 1979—1984 годах разрушение естественных экосистем на Черных землях стало катастрофическим. Продуктивные пастбища исчезли, сплошные подвижные пески заняли больше трети территории.

Каково же будущее экосистем Черных земель? Расчеты авторов показывают, что если не будут приняты эффективные меры по их охране и мелиорации, то к 1990 году очаги опустынивания займут около 85% этой территории, а к 1992 году поглотят все ее земли.





Спутниковая связь сегодня

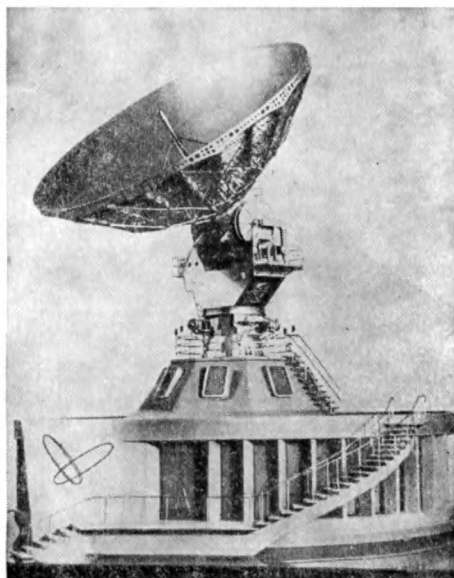
Спутники открыли новые перспективы для развития систем связи, телевидения и радиовещания; расширилась область применения этих систем, появились и новые возможности.

ЗЕМЛЯ — КОСМОС — ЗЕМЛЯ

Для Советского Союза с его громадной территорией (11 часовых поясов!), где достаточно малонаселенных и труднодоступных районов, создание спутниковых систем связи было насущной необходимостью. Без спутников организовать передачу телевизионных программ по всей территории СССР — практически невозможно ни с технической, ни с экономической точек зрения.

Начало развитию отечественных систем спутниковой связи и спутникового вещания положил запуск в 1965 году ИСЗ «Молния-1». Этот космический аппарат обеспечил обмен телевизионными программами и телефонную связь между населенными пунктами, расположенными возле Москвы и Владивостока. Он был выведен на эллиптическую орбиту с периодом обращения 12 часов; такой же период обращения имели и последующие спутники — «Молния-2» и «Молния-3» (1971 г.). Ретрансляторы ИСЗ «Молния-1» работали в диапазоне частот 0,8—1 ГГц, а ретрансляторы ИСЗ «Молния-2» и «Молния-3» — в диапазоне частот 6 ГГц для передачи с Земли и 4 ГГц для передачи со спутника. Запуск связанного спутника «Молния-1» (1965 г.) послужил основой для создания в 1967 году первой в мире системы спутникового телевизионного вещания «Орбита».

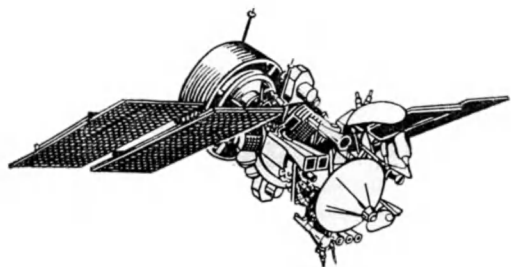
К 50-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции были сооружены 20 приемных наземных станций «Орбита», что



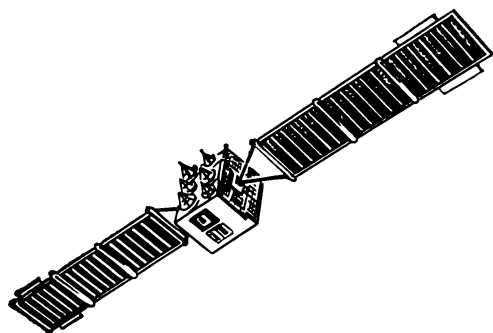
Типовая станция «Орбита»

позволило более чем 20 млн. телезрителей смотреть передачи из Москвы в городах Дальнего Востока, Средней Азии и Севера нашей страны. Сегодня разветвленная сеть «Орбита» насчитывает около 90 таких станций.

В декабре 1975 года был осуществлен запуск на геостационарную орбиту спутника связи «Радуга» с многоступенчатой ретрансляционной аппаратурой для телефонной связи и телевизионного вещания. Этот спутник обеспечил дальнейшее развитие сети телефонной связи с Дальним Востоком и Севером нашей страны. 26 октября 1976 года на геостационарную орбиту был выведен спутник «Экран», предназначенный для ретрансляции телевизионных программ на качественно новую распределительную сеть наземных станций — простых, дешевых, не требующих постоянного



Советский связной спутник «Горизонт»



«ЕКС» — искусственный спутник Земли, предназначенный для региональной западноевропейской спутниковой коммерческой системы связи

обслуживания высококвалифицированным персоналом. С 1980 года начала развиваться распределительная сеть приема телевизионных программ «Москва», использующая спутники связи нового поколения «Горизонт». Сеть наземных станций «Москва» также состоит из простых и дешевых станций, работающих в диапазоне частот, отведенном для систем спутниковой связи. В настоящее время спутниковые системы «Москва», «Орбита» и «Экран» обеспечивают двухпрограммное телевизионное вещание в пяти временных поясах Советского Союза, они включают тысячи наземных станций различной сложности. С вводом спутника «Горизонт» дальнейшее развитие получила сеть телефонной связи с отдаленными районами страны.

Ныне перед специалистами отрасли стоит задача неуклонного, поступательного развития и совершенствования системы спутниковой связи. Необходимо как можно шире использовать искусственные спутники Земли для многопрограммного телевидения и радиовещания,

передачи газетных полос фототелеграфным способом, дальнейшего развития телефонной связи.

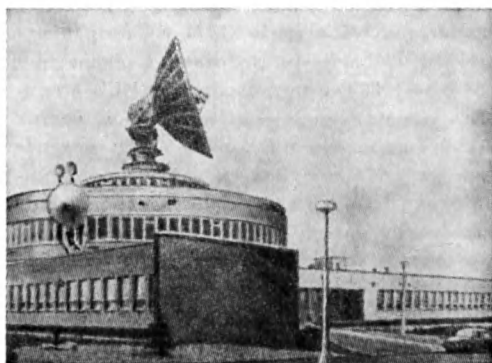
Кроме СССР национальные системы связи существуют в США, Алжире, Бразилии, Индии, Индонезии, Канаде и других странах. Причем системами спутниковой связи пользуются и такие страны, как Япония, Франция, имеющие небольшую, хорошо освоенную территорию с высокой плотностью населения и развитой сетью наземной связи. Это объясняется преимуществами спутниковой связи.

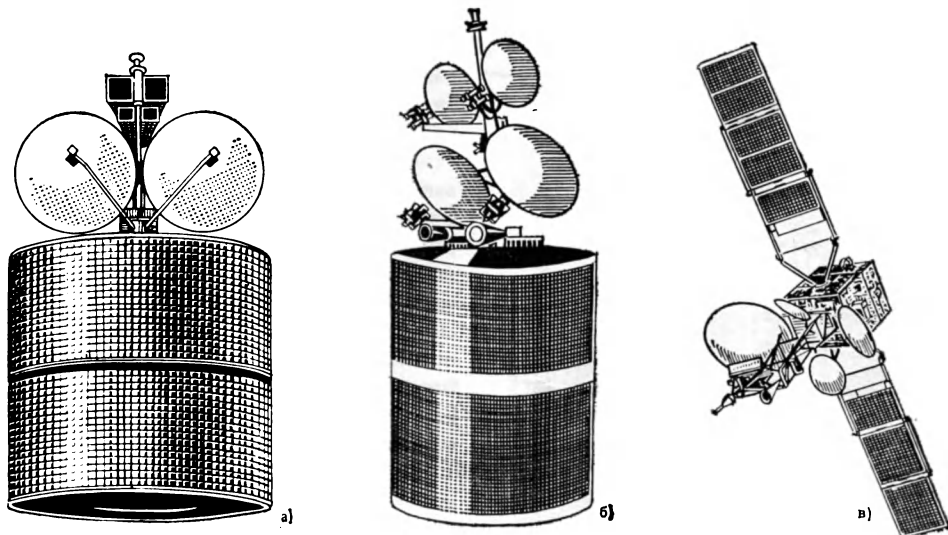
В настоящее время уже созданы и функционируют международные системы спутниковой связи «Интерспутник» и «Интелсат», которые объединяют линии телефонной связи и обеспечивают обмен телевизионными программами более 150 стран.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Каковы же главные особенности систем спутниковой связи, их преимущества и недостатки? Уникальное достоинство таких систем — возможность передачи и приема сигналов всеми наземными станциями, нередко находящимися на тысячи километров друг от друга, но одновременно расположенными в зоне видимости ИСЗ. Оно особенно важно для стран с большой территорией для передачи оперативной информации: программ телевидения, радиовещания, передачи газетных полос фототелеграфным способом и так далее.

Наземная станция системы «Интерспутник» (ЧССР)





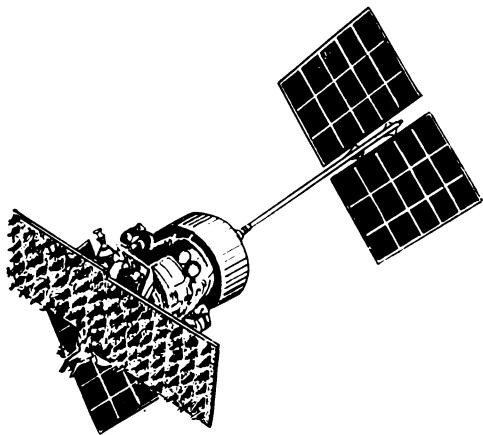
Искусственные спутники Земли «Интелсат», выводимые на стационарные орбиты для глобальной коммерческой системы связи, принадлежащей международной организации «Интелсат». Слева направо: «Интелсат-4», «Интелсат-4А», «Интелсат-5»

Один ИСЗ позволяет связать множество наземных станций прямыми каналами, без промежуточных пунктов приема и усиления, что значительно повышает качество этих каналов, их надежность и упрощает сеть связи. Число каналов ограничивается пропускной способностью спутника, а она (имеется в виду современный уровень развития техники) составляет десятки тысяч каналов телефонной связи.

Определенное количество наземных станций может работать в режиме многостанционного доступа в одном стволе ИСЗ, что упрощает организацию связи между ними и уменьшает объем оборудования для таких наземных станций, а также улучшает использование ствола. В системе спутниковой связи может применяться режим с незакрепленными каналами — когда любая станция сети работает на любой частоте или временной позиции данного ствола ИСЗ, если они не используются другими станциями сети и если по команде управления поступило разрешение занять эту частотную или временную позицию. Подобный режим

применяется для наземных станций, расположенных на территории, которую обслуживает данный ствол ретранслятора ИСЗ. При этом стволы ИСЗ могут оперативно переключаться для обслуживания той или иной территории в соответствии с изменяющимися потребностями в каналах связи, что особенно важно для такой страны, как наша, имеющей огромную территорию, простирающуюся на много часовых поясов, где моменты пиковой нагрузки не совпадают.

Важное преимущество системы спутниковой связи — независимость качества и стоимости каналов связи от расстояния между наземными станциями. Для такой системы связи стоимость каналов передачи информации определяется стоимостью наземных станций и эксплуатационными затратами на них, а также стоимостью эксплуатации ретрансляторов ИСЗ. Не менее важно и то, что посредством спутников можно осуществлять связь между пунктами, разделенными естественными преградами — морями, океанами, горами. Поэтому, несмотря на относительно большие затраты по созданию спутниковых систем связи, их применение оказывается экономически целесообразным, начиная с определенного расстояния между наземными станциями. Прогресс техники, особенно космической, постоянное совершенствование методов передачи информации, улучшение обработки исходных сигналов, позво-



Советский искусственный спутник Земли «Эриан». Предназначен для ретрансляции цветных и черно-белых программ центрального ТВ на сеть приемных устройств коллективного пользования, расположенных в населенных пунктах Сибири и Крайнего Севера

ляющее сузить полосы, занимаемые сигналом, а также увеличить помехоустойчивость передаваемой информации,— все это существенно повышает экономическую эффективность систем спутниковой связи, а возможности этих путей еще далеко не исчерпаны.

К недостаткам следует отнести большую задержку сигналов, идущих от передающей наземной станции до спутника и от спутника до приемной станции, а также изменение частоты за счет эффекта Доплера, особенно для высокоэллиптических орбит. В системах спутниковой связи используются два типа орбит: эллиптические и геостационарные. Эллиптические орбиты, как уже говорилось, использовались для спутников «Молния». Орбиты во всех случаях одинаковые — с апогеем над северным полушарием около 40 000 км. Период обращения спутника составляет 12 часов, активная часть периода — 6—8 часов. В это время спутник движется по восходящей ветви орбиты от высоты 20 000 км до апогея и затем симметричной ей нисходящей ветви. Более низкие части орбиты не используются, так как уменьшается и смещается зона обслуживания спутника. Чтобы выбранная зона земной поверхности обслуживалась круглосуточно, на эллиптической орбите должно быть три спут-

ника, разнесенных друг относительно друга на 120° .

Антенны наземных станций имеют большую массу и «парусность», поэтому для слежения за спутником требуются большие энергетические затраты и сложные устройства.

Иное дело, когда используется спутник, выведенный на геостационарную орбиту. Эта орбита находится в плоскости экватора. Период обращения спутника — 24 часа. Направление движения совпадает с направлением вращения Земли. Орбита — круговая. В данном случае спутник становится неподвижным относительно станции на поверхности Земли. Поэтому существенно упрощаются требования к устройствам слежения за движением спутника и самой работе сети наземных станций.

На спутник, как и на любое тело, находящееся в открытом космическом пространстве, действуют возмущающие силы со стороны Солнца и Луны. Действие этих сил приводит к тому, что со временем траектория движения спутника изменяется, в связи с чем возникает необходимость в коррекции его орбиты. Это сложная техническая задача, особенно для современных спутников, срок активного существования которых — 5—10 лет.

Для ИСЗ, выведенного на геостационарную орбиту, доплеровское смещение частоты не превышает $\pm 10^{-8}$, тогда как для ИСЗ, находящегося на орбите спутников типа «Молния», это смещение уже достигает $\pm 1,5 \cdot 10^{-5}$.

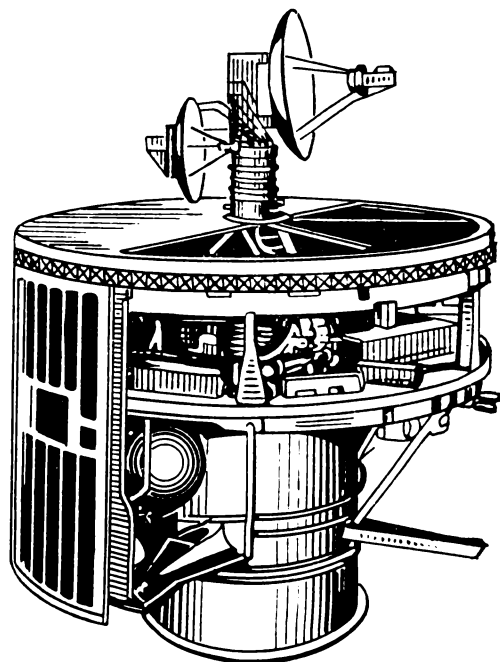
К недостаткам рассматриваемой системы следует также отнести кратковременные перерывы в связи, обусловленные двумя причинами. Во-первых, такую прерывистость создает вынужденное переключение со спутника на спутник при использовании ИСЗ, выведенных на эллиптическую орбиту; во-вторых, вызывается она кратковременными засветками солнцем антенн наземных станций. Перерывы в связи возникают и из-за попадания ИСЗ в область тени Земли, однако все они непродолжительны, прогнозируемы и на эффективность связи оказывают незначительное влияние.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Прежде чем говорить о перспективах развития систем спутниковой связи, поясним, какими факторами определяется экономическая

эффективность такой системы и каковы дальнейшие пути ее повышения. В состав системы входят передающие наземные станции, ИСЗ и приемные наземные станции — для передачи циркулярной информации; приемо-передающие наземные станции и ИСЗ — для сети телефонной связи. Кроме того, для той и другой сети требуются еще соединительные линии, обеспечивающие передачу информации от источника к потребителю, и соединительные линии снабжения электроэнергией. Сами наземные станции состоят из антенны с устройствами слежения за спутником; антенно-волноводного тракта, по которому энергия передается от станции в эфир и поступает из эфира к приемному оборудованию; приемного или приемо-передающего оборудования, в зависимости от назначения станции; каналобразующего оборудования и устройств сопряжения с соединительными линиями. Спутник связи состоит из антенн, приемо-передающего оборудования, устройств энергоснабжения, слежения за ориентацией спутника, командно-измерительных устройств, а также устройств коррекции орбиты. Данное перечисление основных элементов ИСЗ и наземных станций не исчерпывает всех компонентов системы спутниковой связи, да и каждый из элементов содержит тысячи составляющих.

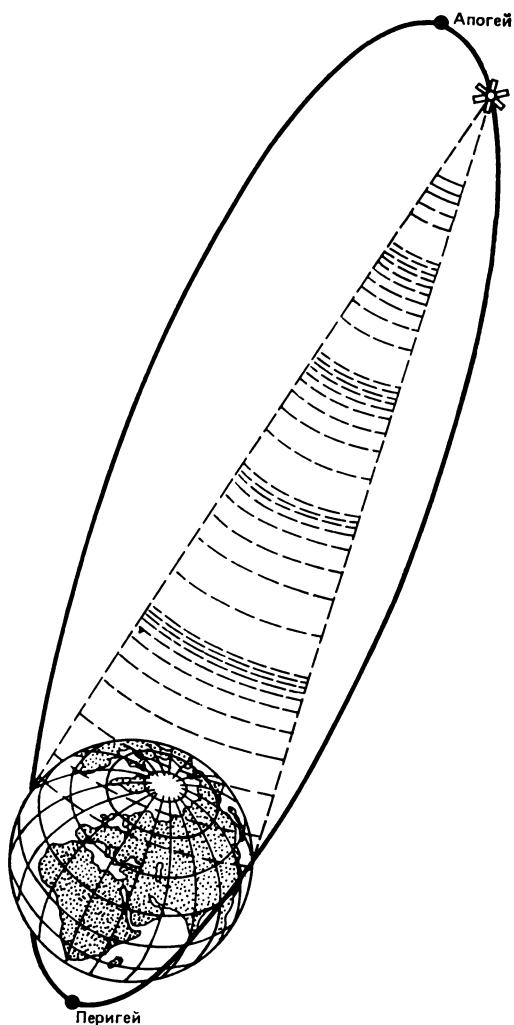
Совершенствование системы определяется улучшением характеристик ИСЗ, наземных станций и организации работы системы. За двадцатилетний период развития систем спутниковой связи были значительно улучшены характеристики ИСЗ: повысилась чувствительность приемных устройств, увеличилась эквивалентная изотропно излучаемая мощность, повысилась направленность антенн, но наиболее существенных успехов удалось достичь в увеличении сроков активного существования спутников, а также в повышении их пропускной способности. Естественно, чем больше пропускная способность, тем дешевле один канал связи, чем больше срок активного существования спутника, тем дешевле его эксплуатация в пересчете на один год. Характеристики наземной станции тесно связаны с соответствующими характеристиками спутника. Так, если направленность антенн спутника возрастает, то на столько же ее можно уменьшить у наземных станций, а ведь их много и выигрыш, достигаемый на спутнике, позволяет уменьшить диаметры антенн,



Японский экспериментальный
связной спутник «ЭКС»

их массы, парусность и энергопотребление сразу на всех станциях. Поэтому основным направлением совершенствования систем спутниковой связи стало улучшение технических характеристик ИСЗ, упрощение наземных станций, повышение их эксплуатационных характеристик. Как уже говорилось, наземные станции системы «Экран» не требуют постоянного высококвалифицированного персонала. Этого удалось достичь за счет применения спутника с улучшенными характеристиками. Работы по совершенствованию характеристик ИСЗ, таких, как чувствительность приемных устройств, направленность бортовых антенн, будут продолжены и в дальнейшем.

Чтобы максимально использовать возможности спутниковой связи, она должна быть хорошо согласована с Единой автоматизированной сетью связи (ЕАСС) страны. Спутниковая связь предоставляет магистральные и внутризоновые типовые каналы первичной сети ЕАСС: телевизионного и звукового вещания, передачи изображений газетных полос, каналы тональной частоты, а также аналоговые и цифровые групповые тракты. Кроме того,



Орбита ИСЗ «Молния-1» с апогеем над северным полушарием Земли

спутниковая связь предоставляет каналы непосредственно для вторичных сетей ЕАСС, например распределительные каналы телевизионного и звукового вещания, передачи изображений газетных полос, которые заменяют одновременно магистральный, внутризональный, а в некоторых случаях и местные участки сети.

Поскольку сигналы, идущие по спутниковым участкам сетей ЕАСС, испытывают существен-

ную задержку порядка 300 мс, для сети телефонной связи следует учитывать нежелательность образования двойных и более участков, проходящих через ИСЗ и затрудняющих контакт между абонентами.

Во вторичной телефонной сети ЕАСС спутниковые каналы должны использоваться на прямых и обходных путях. Иногда для телефонной сети с ручным управлением соединений включение в канал двух спутниковых участков экономически оправдано. Опыт такой работы (этот режим применяется в некоторых национальных сетях, а также в сети «Интерспутник») позволяет считать, что при определенном навыке «двухскачковые» линии приемлемы для абонентов. Во вторичной телефонной внутризональной сети для связи местных станций между собой можно использовать прямые спутниковые каналы, а на междугородную сеть выходить через специальную транзитную станцию. Если говорить о национальных сетях за рубежом, то широкое развитие получила близкая по своим принципам организация специализированных сетей на базе спутниковых линий для обмена информацией между ЭВМ, для деловой связи и так далее. Создание подобных сетей может оказаться эффективнее, чем решение таких задач с использованием первичных каналов ЕАСС.

Итак, для эффективного применения в ЕАСС систем спутниковой связи необходимы следующие направления исследований: разработка принципов и создание систем связи и вещания, обеспечивающих оптимальное использование спутниковых каналов,— в первую очередь для наиболее эффективно решаемых спутниковой связью задач; повышение экономичности и надежности спутниковых каналов связи; максимально возможное на данном уровне техники увеличение передаваемой информации без увеличения полосы частот и мощности излучения.

ЗАВТРА СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Наиболее перспективные разработки в области систем двусторонней связи предусматривают переход от сплошных зон обслуживания — к узким: чтобы излучаемая ИСЗ энергия направлялась только в тот район земной поверхности, которому адресована данная информация. Известно, что сужение луча антенны

достигается либо путем увеличения ее размеров, либо повышением частоты излучаемых сигналов. Для спутниковой системы связи выделен ряд частотных диапазонов. Широко используются два из них: 4—6 ГГц и 11—14 ГГц. Диапазон 4—6 ГГц оптимален для систем спутниковой связи, но он перегружен и, кроме того, применяется для наземных линий связи. Поэтому в последнее время началось интенсивное освоение частотного диапазона 11—14 ГГц. При его использовании придется учитывать дополнительное затухание сигналов в атмосферных осадках, уменьшающее выигрыш, обусловленный применением узких лучей. Чтобы обеспечить в системе связи многолучевого типа режим «каждый с каждым», на спутнике необходимо разместить ряд сложных устройств, позволяющих передавать сигналы с одного луча в другой. Для решения этой проблемы необходимо создать ИСЗ, который с повышенной точностью удерживался бы на орбите и обладал улучшенной ориентацией бортовых антенн. В такой системе будут применяться наземные станции следующего поколения с более простыми передающими и приемными устройствами, упрощенной антенной, а следовательно, менее дорогие и более надежные. Система связи с применением узких лучей позволяет многократно использовать одну и ту же полосу частот на спутнике, это обеспечит решение актуальной задачи — повышения «емкости» геостационарной орбиты.

Что касается систем телевизионного вещания, то благодаря наземным линиям подачи (радиорелейным и кабельным) и системам спутникового вещания «Москва», «Орбита» и «Экран» 93% населения страны могут смотреть первую программу Центрального телевидения, две программы — около 80%, а вот три — только 28% населения (данные на 1 января 1986 года). Возможности развития систем телевидения через спутники «Экран» и «Горизонт» уже исчерпаны.

В настоящее время появилась потребность обеспечить население страны еще 2—3 телевизионными программами, и для решения этой задачи в СССР планируется создание новой системы спутникового телевидения в диапазоне 12 ГГц (СТВ-12).

Всемирная административная конференция по радиосвязи в 1977 году (ВАКР-77) выделила всем странам Восточного полушария Земли

позиции на геостационарной орбите для спутников и частотные каналы для телевизионных программ. Так, СССР предоставлено 5 позиций на геостационарной орбите и 70 частотных каналов. Исходя из этого, спутники системы СТВ-12, в соответствии с местным временем, должны будут обеспечивать подачу на всю территорию СССР нескольких программ Центрального телевидения. Кроме того, на территорию каждой союзной республики должна подаваться соответствующая республиканская программа.

В системе СТВ-12 станут использоваться многоствольные спутники, находящиеся на пяти выделенных Советскому Союзу позициях. Прием телепрограмм со спутников будет осуществляться на специальные установки, имеющие антенну с зеркалом диаметром 1,5 м (установки коллективного приема с качеством изображения, не уступающим качеству приема от наземных телецентров) и с зеркалом диаметром 2,5 м (установки профессионального приема с качеством изображения, соответствующим качеству передачи по магистральному каналу ЕАСС).

В создании системы СТВ-12 примут участие страны социалистического содружества, которые пока не имеют своих национальных распределительных систем спутникового телевидения.

Реализация разработок позволит повысить технический уровень систем спутниковой связи и увеличить количество услуг, предоставляемых населению отраслью связи, а также улучшить качество соответствующего обслуживания населения страны, особенно ее восточных районов.



Земная кора континентов

Какими породами сложена континентальная земная кора? От правильного ответа на этот вопрос зависит решение многих научных и практических проблем геологии и геофизики. Автор обобщает новую модель состава континентальной земной коры, созданную на основе современных данных.

МОДЕЛИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Если бы ученые доподлинно знали минеральный и химический состав земных слоев на глубине 10—30 км, стали бы понятными многие не ясные сейчас вопросы. Например, может ли толстая континентальная кора перерабатываться в тонкую океаническую? Как формируются высокогорные хребты? Почему возникают разрушительные землетрясения? Изучение состава земной коры и происходящих в ней процессов ведется в настоящее время двумя методами — сейсмическим зондированием и сверхглубоким бурением. Но прежде чем познакомить читателя с новейшими данными, добытыми с помощью этих методов, полезно хотя бы кратко рассказать об истории изучения земной коры.

Еще в конце XVIII — начале XIX веков натуралисты обратили внимание на то, что осадочные породы, покрывающие нашу планету, лежат на гранитном кристаллическом фундаменте. Поскольку в те времена господствовала идея о постепенном охлаждении первоначально расплавленной Земли, эти гранитные породы рассматривались как первичная кора охлаждающейся Земли, которая покрывала всю ее поверхность. Было известно, что в ряде мест сквозь гранитную кору из глубины проникает по трещинам расплавленная базальтовая магма. Застывая на поверхности, она образует вулканические горы. Из этих наблюдений следовало: под гранитной корой находится базальтовая «постель», и она

еще настолько горяча, что сохранила очаги расплавленной магмы. Так задолго до сейсмических методов исследования коры сложилось представление о гранитном и базальтовом слоях Земли.

Крупнейший австрийский геолог Э. Зюсс (1831—1914) на рубеже XIX и XX веков предложил ставшую впоследствии широко известной схему химического строения Земли: снаружи — гранитный слой, породы которого состоят в основном из кремния (силиция) и алюминия, — слой **сиаль**; глубже — базальтовый слой, сложенный в основном кремнием и магнием, — слой **сима**; наконец, в центре вещества Земли состоит из никеля и железа — слой **нифе**. Схема позднее видоизменилась: земную кору стали представлять как ряд концентрических поясов, вверху пояс осадков лежит на кислом гранитном поясе, который, в свою очередь, подстилается базальтовым. По аналогии с составом каменных метеоритов, предположили, что под базальтовым поясом залегают породы, близкие к перидотитам — ультраосновным породам, состоящим в основном из минерала оливина.

В 20-х годах нашего столетия, когда появился сейсмический метод изучения Земли, австрийский геофизик В. Конрад зафиксировал внутри нее сейсмический раздел, а английский геофизик Х. Джефрис ввел в сейсмическую модель коры понятия гранитного и базальтового слоев.

Трехслойная сейсмическая модель континентальной коры из осадочного, гранитного и базальтового слоев целых полвека принималась учеными. Вещественный состав осадочного и гранитного слоев не вызывал сомнений: оба они местами выходят на поверхность и их строение и минеральный состав можно изучать непосредственно. В вопросе же о составе базальтового слоя единодушия не было — высказывались самые различные мнения. Первоначально считали, что слой этот

состоит из базальтов, поскольку такому выводу не противоречили сейсмические данные — в плотных разновидностях базальтов при давлении, характерном для соответствующей глубины, скорость сейсмических волн составляет 6,3—6,8 км/с, какую сейсмологи и фиксировали в данном слое. Часто этот же слой называли габбровым (базальтовая магма, застыв на глубине, образует крупнокристаллическую породу — габбро).

В начале 60-х годов высказывалось мнение, что и базальтовый слой коры, и вышележащий гранитный сложены метаморфическими породами, но с глубиной они приобретают более основной состав и, возможно, сильнее метаморфированы. Гранитный слой стали называть **гранитогнейсовым**, а базальтовый — **гранулитобазитовым**. Такая геологическая интерпретация сейсмической модели континентальной коры сохранилась и до сих пор. Однако в последние годы она пришла в противоречие с результатами сверхглубокого бурения и с новейшими сейсмическими данными.

ЧТО ПОКАЗАЛО СВЕРХГЛУБОКОЕ БУРЕНИЕ?

Кольская сверхглубокая скважина, которая бурится в древних кристаллических породах Балтийского щита, достигла сейчас глубины 12 км. Это составляет около трети мощности континентальной коры. Но поскольку максимально возможная глубина скважины не превысит 15 км, нижние слои земной коры континентов в ближайшие два-три десятилетия не будут вскрыты бурением. И мы вынуждены будем судить о вещественном составе земных недр лишь по косвенным геофизическим данным.

Из двенадцати пробуренных километров верхние семь скважина прошла по вулканогенно-осадочным породам раннего протерозоя, отложившимся около 2 млрд. лет назад, а затем — немногим более пяти километров — по древнейшим архейским гранитогнейсам возраста порядка 3 млрд. лет (Земля и Вселенная, 1986, № 1, с. 5.— Ред.).

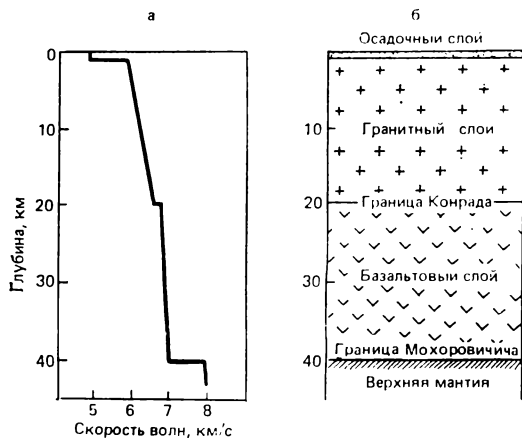
Что же нового дала Кольская скважина для расшифровки глубинного строения земной коры? Самым неожиданным было то, что **не обнаружилось уплотнения кристаллических пород сверху вниз** — начиная с глубины 4,5 км скорость продольных волн снижалась. Это вызвано большей трещиноватостью пород в

нижней части раннепротерозойской вулканогенно-осадочной толщ. В лежащих ниже гранитогнейсах архея скорость волн также не растет. Изучение минерального состава вскрытого разреза архея показало: количество гранитного материала с глубиной не уменьшается. Эти новые данные противоречат установившимся представлениям, что с глубиной кислые метаморфические породы постепенно сменяются основными, то есть гранитогнейсовый слой переходит в гранулитобазитовый. Согласно данным бурения, в земной коре скорость волн не растет с глубиной, не возрастает также и основность пород — нижние горизонты гранитного слоя гранитизированы в той же мере, что и верхние.

Другое важное открытие, сделанное в результате бурения Кольской скважины, — выявлены **мощные зоны трещиноватости пород**, по которым циркулируют минерализованные воды. Зоны эти обнаружены по всему разрезу Кольской скважины, и толщина каждой такой зоны в породах архея достигает нескольких десятков метров, суммарная же их мощность измеряется сотнями метров. Залегают такие ослабленные зоны почти горизонтально. Наличие трещиноватых зон, вероятно, — одна из причин понижения скорости сейсмических волн, а циркулирующая по ним минерализованная вода объясняет повышенную электрическую проводимость глубоких горизонтов коры.

СЕЙСМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КONTИHEHTАЛЬHOЙ KOPЫ

В последнее десятилетие традиционная гранито-базальтовая модель континентальной коры подверглась пересмотру. Сотрудница Института физики Земли АН СССР Н. И. Павленкова и другие специалисты в области глубинного сейсмического зондирования показали, что граница Конрада, разделяющая гранитный и базальтовый сейсмические слои, зачастую выделялась ошибочно и причина тому — неправильное определение природы содержащейся в этих слоях воды и величины скорости волн. На той глубине, где эту границу представляли, скорости сейсмических волн оказались намного ниже. Более того, по материалам детальных глубинных сейсмических зондирований установлено, что ниже осадочного чехла в консолидированной (сло-



Традиционная сейсмическая модель земной коры континентов (а) и ее общепринятая геологическая интерпретация (б). Для модели характерно закономерное возрастание скорости упругих волн с глубиной

женной плотными кристаллическими породами) коре континентов выделяются не два, а **три сейсмических слоя**, различающихся своими упругими свойствами.

Как считает Н. И. Павленкова, наиболее устойчивые границы в континентальной коре — это границы, разделяющие данные три слоя. Верхняя — служит подошвой верхнего слоя консолидированной коры, где скорость в породах возрастает с глубиной от 5,5 до 6,5 км/с. Ниже этой границы скорость растет медленнее. Во втором слое скорость может даже понижаться, и потому часть его ведет себя как волновод. Другая граница разделяет второй и третий слои коры; ниже — слой, где скорость 7,0 км/с и более.

Главное отличие новой сейсмической модели от традиционных представлений в том, что **понижается скорость волн в средней части коры**, то есть там, где, как раньше считали, скорость значительно возрастает и где располагалась граница Конрада, принимавшаяся за кровлю базальтового слоя.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

В последние годы стали появляться данные, свидетельствующие, что в земной коре есть слои с повышенной электропроводностью горных пород. Данные эти имеют неограниченное

значение для выяснения природы сейсмических слоев. Повышенная электропроводность пород выявлена в южной части Сибирской платформы (на площади Иркутского амфитеатра и Байкальской впадины) магнитотеллурическим зондированием. Аналогичные зоны в континентальной коре на глубине 10—40 км обнаружены и в других районах.

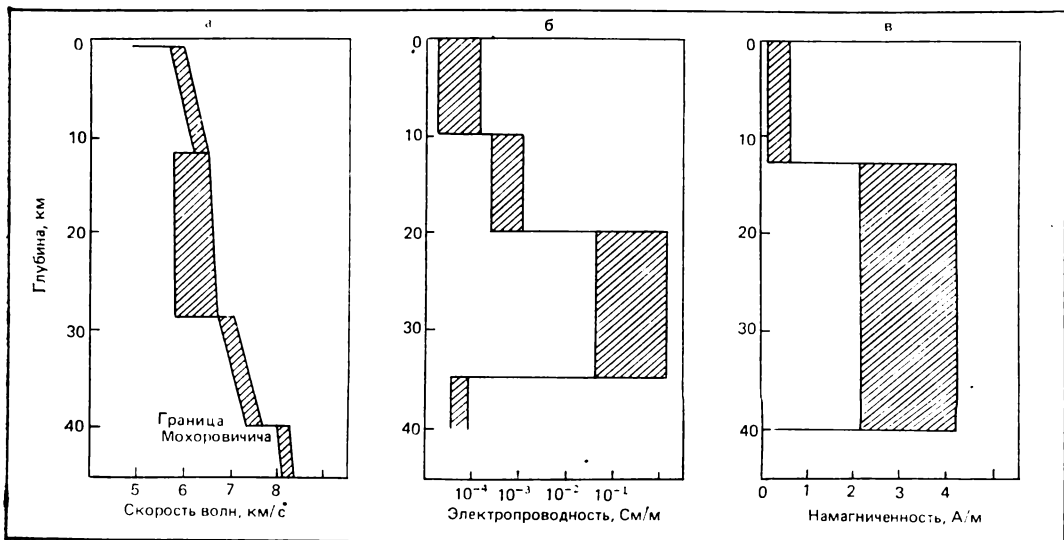
Известно, что температура земной коры равнинных территорий минимальна. Даже в нижних слоях (на глубине 20—40 км), где обнаружены высокопроводящие слои, она оценивается всего в 300—500°С. При такой температуре невозможно плавление пород. Поэтому нужно искать иное объяснение высокой электрической проводимости нижней части континентальной коры.

МАГНИТНАЯ МОДЕЛЬ

Кроме сейсмического и электрического методов изучения глубинного строения коры, существует еще один — оценка ее магнитных свойств. Величина намагниченности пород сильно колеблется, определяется она содержанием магнитных минералов, из которых больше всего распространен магнетит. Советский геофизик З. А. Крутиховская, длительное время занимавшаяся изучением магнитных свойств недр Украинского кристаллического массива, пришла к следующим выводам. В верхнем 10—15 километровом слое средняя намагниченность составляет 0,3 А/м, в более глубоких горизонтах она возрастает в 5—10 раз. З. А. Крутиховская оценивает ее в 2—4 А/м.

По магнитным данным невозможно дифференцировать разрез нижней части коры и выделить в ней более или менее магнитные горизонты. Можно лишь считать, что вблизи уровня границы Мохоровичича (подошва земной коры) намагниченность резко падает, поскольку максимальными глубинами образования ферромагнитных минералов по экспериментальным данным считается уровень 50—60 км.

Вывод З. А. Крутиховской о высокой намагниченности средней и нижней коры важен и, конечно, должен учитываться при построении геологической модели континентальной коры.



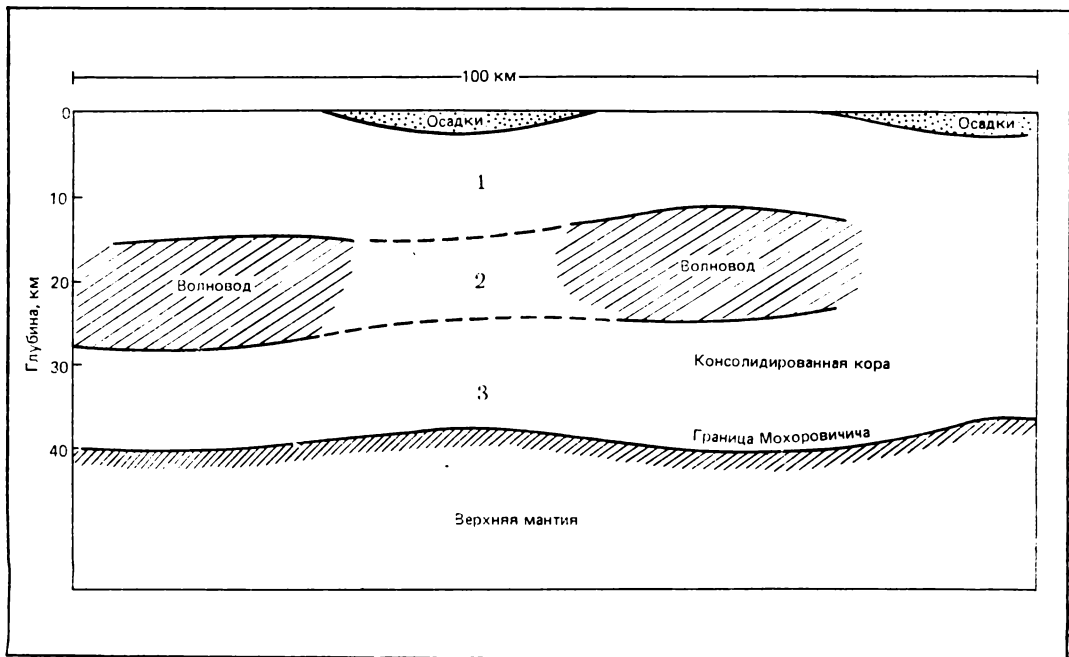
Сейсмическая (а), электрическая (б) и магнитная (в) модели земной коры континентов по новым данным (штриховкой показан разброс данных измерений в различных районах). В отличие от традиционной, по новой сейсмической модели континентальная (консолидированная) кора состоит не из двух, а из трех слоев, причем в среднем слое скорость волн местами понижена (а). Для электрической (б) и сейсмической (а) моделей характерно резкое изменение физических свойств с глубиной

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НОВОЙ МОДЕЛИ

Три независимых геофизических метода — сейсмический, электрический и магнитный — указывают на трехслойное строение консолидированной земной коры. Физические свойства слоев различны, и наиболее аномальными свойствами обладает средний. Попытаемся подобрать наиболее вероятный вещественный состав каждого из этих слоев. Состав **верхнего** более или менее очевиден, поскольку местами он обнажается, его также можно вскрыть скважинами. Он сложен гранитизированными метаморфическими породами, и можно сказать: состав его соответствует гранитному слою. Постепенный рост с глубиной скорости сейсмических волн в этом слое объясняется уплотнением пород и, возможно, некоторым увеличением их основности.

Труднее интерпретировать **второй (средний)** слой земной коры. Чтобы объяснить его сейсмические свойства (прежде всего наличие в нем горизонтов с пониженными скоростями), можно предположить, что в этом слое широко распространены кислые магматические породы (граниты). Состоящие из двух минералов — кварца и полевого шпата — они характеризуются минимальными среди других магматических пород скоростями распространения сейсмических волн. В глубине недр, где зафиксированы в коре волноводы, скорость волн в гранитах составляет 5,7—6,1 км/с, то есть как раз такая, какая и измеряется. Распространенность гранитов в вышележащем (первом) сейсмическом слое также говорит, что волноводы в средней части земной коры сложены гранитами. На это же указывают и данные бурения Кольской скважины — с ростом глубины роль гранитов не уменьшается. Однако таким взглядом противоречат электрическая и магнитная модели земной коры: средняя часть коры платформ практически везде отличается повышенной электрической проводимостью и намагниченностью. Граниты этим условиям не удовлетворяют — среди магматических пород они обладают минимальной электропроводимостью, а магнитные минералы в них практически отсутствуют. Следовательно, гипотеза о гранитном составе слоев с пониженными скоростями маловероятна.

Существует второе геологическое истолков-



Типичный сейсмический профиль земной коры платформ согласно новой модели. Цифрами обозначены первый, второй и третий слои коры. Заштрихованы слои с пониженной скоростью упругих волн

вание среднего слоя коры платформ. Возможно, он сложен высокометаморфизованными породами, но они по тем или иным причинам нарушены трещинами. В пользу такого предположения свидетельствуют данные бурения Кольской скважины. В этом случае понижение скорости упругих волн в среднем слое легко объяснить — раздробленные породы медленнее передают упругие колебания. Становится понятной и высокая электрическая проводимость среднего слоя, ведь трещиноватые породы — это зоны циркуляции минерализованных вод, которые служат хорошим проводником электричества.

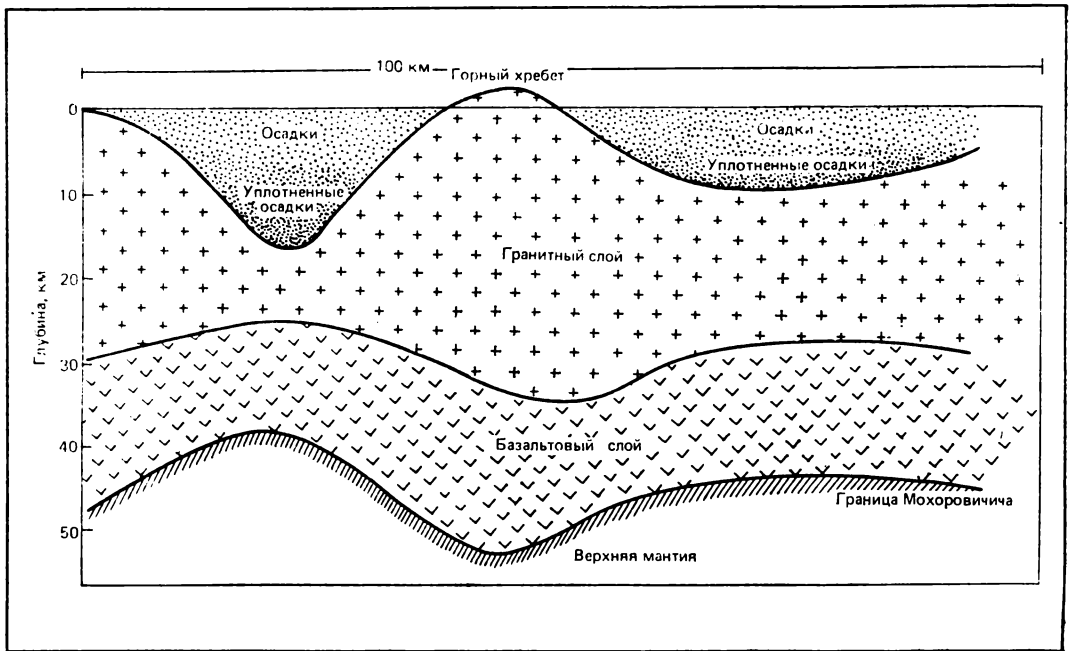
Однако третий физический параметр среднего слоя коры платформ — его высокая намагнитченность — не находит должного объяснения с позиций данной гипотезы. Метаморфические породы кислого и среднего состава, даже подверженные вторичным низкотемпературным изменениям, немагнитны или слабо магнитны. Лишь когда дробятся и изменяются основные и в особенности ультра-

основные породы, в них в результате особого процесса серпентинизации (см. ниже) образуется магнетит.

Все это заставляет обратиться к третьей возможной геологической модели среднего слоя коры. Согласно ей, средний слой коры сложен серпентинизированными ультраосновными породами (перидотитами, пироксенитами, дунитами). При температуре ниже 450°C , взаимодействуя с водой, они превращаются в серпентин — водный силикат. При этом избыток железа, содержащийся в ультраосновных породах, выделяется в виде минерала магнетита.

При серпентинизации резко изменяются физические свойства пород — серпентиниты имеют значительно меньшую плотность, скорость волн в них тоже меньше, они «текут» под действием сравнительно небольших нагрузок. Даже при частичной серпентинизации скорость в ультраосновных породах понижается до $5\text{--}6\text{ км/с}$, то есть попадает как раз в тот интервал скоростей, который характерен для волноводов в средней части коры. Наличие в серпентинитах магнетита объясняет повышенную магнитную восприимчивость этих пород.

Сложнее объяснить высокую электрическую проводимость с позиций третьей «серпентини-



Типичный сейсмический профиль земной коры геосинклинально-складчатых областей. Число слоев варьирует (в отличие от платформенных областей), а толщина их может резко меняться

товой» модели среднего слоя коры. Электропроводность серпентинитов выше, чем у большинства других глубинных пород (гранитогайсов, ультрабазитов и т. д.). И все же она недостаточна, чтобы создать измеренную в этом слое электропроводность. Приходится допустить, что внутри серпентинитового слоя существуют водоносные горизонты: появление воды в серпентинитах вполне объяснимо, поскольку даже самое незначительное повышение температуры в коре провоцирует процесс десерпентинизации (серпентиниты разлагаются, на их месте вновь образуются перидотиты), а при этом выделяется вода.

Минеральный состав нижнего [третьего] сейсмического слоя прогнозируется, исходя из модели, принятой для среднего слоя. Если считать, что средний слой сложен гранитами, то в нижнем, где скорость растет, по-видимому, повышается роль основных пород. Для модели, где средний слой считается сложным трещиноватыми породами, ниже него

следует ожидать ненарушенные породы, а рост скорости в низах коры объясняется, как и в предыдущем случае, повышением роли основных пород. Модель с серпентинитовым средним слоем предполагает постепенное снижение серпентинизации с глубиной до полного ее исчезновения на границе Мохоровича.

Каждая из рассмотренных трех геологических моделей земной коры имеет как сильные, так и слабые стороны. Автору наиболее импонирует третья («серпентинитовая») модель, но есть резонные основания принять и вторую модель, объясняющую аномальные свойства нижней коры наличием обводненных трещиноватых горизонтов. Не исключено также, что в коре могут сочетаться условия, которые будут отражать комбинацию всех трех моделей.

Так или иначе, становится очевидным: пользующаяся сейчас признанием геологическая модель — сверху гранитогайсовый слой, внизу гранулитобазитовый — нуждается в пересмотре. Бурение Кольской скважины показало, что так называемый гранитный слой — это породы архейской эры, сначала метаморфизованные, а позднее подвергшиеся интенсивной гранитизации. Значит, сейсмический слой, лежащий под осадочным, правильнее называть гранулитогранитным. И нет никаких оснований

выделять в низах коры гранулитобазитовый слой. Данные Кольской скважины не указывают на увеличение с глубиной основности пород. Основные гранулиты слабо магнитны, что не согласуется с магнитной моделью коры.

КОРА ГЕОСИНКЛИНАЛЬНО-СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСОВ

До сих пор мы говорили о земной коре равнинных или платформенных территорий. Но ведь в пределах континентов встречаются и геосинклинально-складчатые пояса, и земная кора здесь иная — как по сейсмической характеристике, так и по вещественному составу. Об этом говорит хотя бы тот факт, что складчатым поясам (пережившим длительное геосинклинальное развитие), в отличие от платформ, свойственна иная направленность тектонических движений — опускание. Большинство складчатых поясов (Тихоокеанский, Средиземноморский, Урало-Монгольский, Атлантический) начали формироваться в позднем протерозое и с тех пор развивались с перерывами до начала мезозоя, а некоторые и до кайнозоя. За прошедшие 1,5 млрд. лет в пределах этих поясов периодически возникали прогибы, в которых накапливались мощные слои осадков — по 10—20 км за один геотектонический цикл. Суммарная мощность осадков здесь может достигать или даже превышать общую толщину континентальной коры. Земная кора геосинклинально-складчатых поясов сложена осадочными породами, которые впоследствии были изменены, метаморфизованы, в них в той или иной степени внедрялись различные магматические тела. В коре складчатых поясов обычно насчитывается больше опорных сейсмических границ, чем в коре древних платформ, к тому же их структура и рельеф сильно изменяются.

ЗАДАЧИ БУДУЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наши знания о вещественном составе глубоких горизонтов континентальной земной коры, как правило, основаны на косвенных данных и поэтому неопределенны. По-видимому, пройдет еще много времени, прежде чем удастся непосредственно проникнуть в нижние области коры. Поэтому основными материалами, по которым мы можем судить о составе нижней коры, остаются пока данные геофи-

зических измерений. Надо сказать, что возможности геофизических методов далеко еще не исчерпаны. И если десятилетие назад мы судили о составе коры лишь по сейсмическим данным, то сейчас существенные коррективы в наши представления вносят данные об ее электрических и магнитных свойствах.

Нет никаких сомнений, что в ближайшем будущем будет расширяться информативность геофизических исследований. И перспективны здесь два пути. Первый — совершенствование каждого геофизического метода. Например, в сейсмическом — более широкое использование различных типов волн, применение аппаратуры для регистрации обменных волн. Желательно также увеличить детальность сейсмических работ, может быть, за счет некоторого сокращения их объема. Необходимо приложить усилия и для получения более надежных данных при электромагнитных измерениях.

Второй путь — это развитие различных методов геофизических исследований в некоторых специально выбранных районах, наиболее интересных с геологической точки зрения. Сейчас уже ясно, что наиболее подробные научные результаты по расшифровке строения нижней коры дают детальные сейсмические и электромагнитные исследования по одному и тому же профилю. Это позволит установить количественную зависимость между снижением скорости волн в зоне волноводов и ростом электропроводности пород.

Большой вклад в расшифровку структуры и вещественного состава глубоких горизонтов коры может внести и сверхглубокое бурение. В некоторых районах, например под Украинским кристаллическим массивом, кровля волноводов в среднем слое коры расположена на глубинах всего в 5—7 км. Этот аномальный слой уже сейчас можно вскрыть буровыми скважинами. Выяснение геологической природы волноводов в земной коре, несомненно, приведет к крупным открытиям. Если подтвердится одна из рассмотренных здесь гипотез о геологической природе волноводов или будет найдено какое-либо иное решение этой проблемы, ученые смогут более уверенно судить об эволюции земной коры и происходящих в ней процессах.



Современная космология и доктрина творения

Вопрос происхождения нашей Вселенной — один из тех немногих мировоззренчески значимых вопросов, которые красной нитью проходят через всю многотысячную историю человечества. Главными действующими «лицами» интеллектуальной драмы, разыгравшейся вокруг этой проблемы, были философия, теология, а позже — естественные науки. И если еще во времена средневековья философская, теологическая и естественнонаучная концепции мироздания в основном совпадали, то уже начиная с эпохи европейского Ренессанса они резко разошлись.

ПОЗИЦИЯ ТЕОЛОГИИ

В наши дни проблема происхождения Вселенной стала предметом фундаментальнейших естественнонаучных исследований. Но философские и теологические споры вокруг этого вопроса далеко не утихли, напротив, временами они достигают очень высокого мировоззренческого накала и оказывают прямое влияние на общий интеллектуальный климат науки. Особую идеологическую активность в подобных спорах проявляют современные христианские теологи. Впрочем, это и не удивительно. Христианство, как и другие религии монотеистического толка (ислам, буддизм), обладает своей собственной концепцией происхождения мироздания, именуемой креационизмом, или доктриной творения.

Теологическое обоснование креационизма началось еще в средние века, в нашу же эпоху предпринимаются отчаянные попытки «оначужить» ее и тем придать ей форму, отвечающую духу нынешнего рационализованного сознания. Достаточно указать на то, что в США создан, с позволения сказать, научный центр — Институт креационистических исследований! Первая книжная продукция этого уникального

в своем роде учреждения так и называется: «Сотворение Мира. Научный подход»...

Более того, в последнее время активным обсуждением креационистической доктрины занялись некоторые верующие астрофизики. Так, в одном из номеров пятнадцатого тома (1982 г.) ирландского астрономического журнала опубликованы материалы специальной конференции, посвященной теме: «Космос и творение — точка зрения физика»¹. Инициатором этой конференции выступила группа ученых, теологов и представителей духовенства, объединившихся для периодического обсуждения «связи научного знания и способа исследования с их религиозной верой и практикой». На ней особенно речь шла о том, «совместим ли описываемый современными астрофизиками „Космос“ с религиозным понятием „творение“».

Тема «Космос и творение» привлекает пристальное внимание и ряда выдающихся физиков, занимающихся или интересующихся проблемами космологии (С. Вайнберг, Ч. Мизнер, П. Девис и др.).

Все это побуждает обратиться к критическому анализу доктрины творения с позиций современной науки (физической космологии) и научного мировоззрения (диалектического материализма).

ИНТЕРПРЕТАЦИИ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА

В истории науки о Вселенной особой печатью отмечены 30-е годы XX в. — время становления космологии как отрасли астрономического знания. Понятие расширяющейся Вселенной, математически сформулированное А. Фридманом, физически истолкованное Ж. Леметром и астрономически обоснованное Э. Хабблом, привлекло внимание широкой

¹ См. The Irish Astron. jour., 1982, v. 15, № 3, p. 223—262.

аудитории. Публику особенно взбудоражила идея Большого взрыва (Big Bang), положившего начало наблюдаемому расширению Вселенной. Но наука вплоть до наших дней пока не может сказать ничего конкретного о причинах данного космологического эффекта.

И тогда его толкованием занялись теологи и философы-идеалисты Старого и Нового Света.

То было время, когда еще отсутствовала достоверная астрономическая информация (помимо, конечно, данных о красном смещении галактик в оптическом диапазоне), позволяющая, во-первых, надежно обосновать исходные положения и гипотетические выводы фридмановско-леметровской теории, а во-вторых, указать возможные пути ее дальнейшего развития.

С другой же стороны, сама теоретическая космология испытывала серьезные, как тогда казалось, логические трудности (в особенности — загадка сингулярности и связанная с ней проблема «нулевого момента времени»). Так, немалое беспокойство ученых вызвал тот факт, что фридмановская теория приписывает наиболее важные фазы эволюции Вселенной начальным условиям, господствовавшим во времена, которые предшествовали наблюдаемому ныне расширению, и в рамках этой теории анализу не поддающимся. Указанным затруднением и воспользовались идеологи различных религий (в наибольшей мере — христианства и мусульманства): отождествив момент Большого взрыва с актом божественного творения всего сущего, они пытались представить дело так, будто допотопные библейские, кораническое и иже с ними представления о происхождении Вселенной имеют научную основу.

Менее известно, что активное участие в этой идеологической кампании приняли и некоторые ведущие западные астрофизики и космологи; особый тон задавали знаменитые английские астрономы — Дж. Джинс, А. Эддингтон, Э. Милн.

Но приходится сталкиваться и с явлениями, так сказать, обратного порядка, когда некоторые ученые, пытаясь во что бы то ни стало укрепить свою научную позицию, берут в союзники... религию. Таким образом огульно дискредитируются представители других, конкурирующих научных школ путем навешивания на них порочащих идеологических ярлыков,

что, конечно, не может не дать соответствующих козырей вездесущей теологии в ее отчаянной борьбе с наукой.

МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ВСЕЛЕННЫХ И АНТРОПНЫЙ ПРИНЦИП

За последние десятилетия космологам удалось значительно продвинуться в решении целого ряда фундаментальных проблем эволюционирующей Вселенной. Так, теперь у космологов появилась реальная возможность теоретически воссоздать физические условия, существовавшие во Вселенной начиная с 10^{-43} секунды ее истории. Многое проясняется и относительно начальной космологической сингулярности. Хотя она все еще не разгадана, однако сейчас намечились весьма перспективные направления научного поиска (Земля и Вселенная, 1983, № 2, с. 8.— Ред.). Короче, появилась надежда, что в скором будущем проблема происхождения нашей Вселенной, включая самые ранние этапы ее физического становления, будет решена.

Теория раздувающейся Вселенной дала новый импульс старой философской идее о множественности миров, которая отныне приобретает космологический характер: речь идет уже о множественности вселенных. «Большая» же вселенная предстает в образе котла с закипающей жидкостью: вселенные, подобно пузырькам пара, возникают, расширяются и умирают, чтобы дать жизнь новым вселенным².

Детализация такой космологической картины начинается с естественного вопроса: каковы начальные условия и законы эволюции каждой из множества гипотетических вселенных? Применительно к нашей Вселенной данный вопрос приобретает особую окраску, поскольку связан с проблемой возникновения космических предпосылок для формирования органической жизни на Земле.

Результаты теоретических исследований показывают, что соответствующие космогонические факторы, определившие в дальнейшем возникновение земной жизни, могли сформироваться сразу же после Большого взрыва, непосредственно «на выходе» из сингулярности. Причем допустимо даже говорить о

² См. И. Л. Розенталь. Проблемы начала и конца Метагалактики. М.: Знание, серия «Космонавтика, астрономия», 1985/2.

своеобразном «биологическом отборе» этих начальных условий (антропный принцип) (Земля и Вселенная, 1984, № 4, с. 34.— Ред.). Все это позволяет всерьез ставить вопрос о происхождении начальных условий, задавших столь своеобразную «биокосмогоническую программу», и в частности о том, как они сложились: совершенно произвольно или согласно определенным законам, доступным теоретической реконструкции.

Наука ищет ответы на все эти сложнейшие вопросы и мало-помалу находит (в этом сущность науки: постоянно пребывать в развитии и открывать новые горизонты), тогда как теология — и это крайне важно — данную проблему «решила» для себя раз и навсегда. Оказывается, начальные условия Большого взрыва были целенаправленно заданы Сверхразумом Вселенной! Причем христианские теологи не жалеют комплиментов в адрес науки, которая, по их уверениям, «сегодня снова восстанавливает в своих правах понятие цели». Вот что говорил по этому поводу на конференции «Космос и творение» С. Жаки: «То, что научные космологи были вынуждены собственным путем прийти к формулировке антропного принципа, может вызвать удовлетворение у некоторых философов и теологов. В философии Фомы мысль о том, что Вселенная создана ради человека, считалась центральной догмой. Однако не следует забывать, что такая догма, или антропный принцип, никогда не может быть частью научной космологии. Наука касается количественных корреляций, а не цели».

Характерная деталь: сначала научное прямо отождествляется с теологическим, а затем уже следует призыв к размежеванию теологии и космологии. Этим достигаются сразу две идеологические цели: укрепляется престиж теологии, с одной стороны, а с другой — принижается роль науки, якобы плетущейся в хвосте «первой философии» и берущейся за решение непосильных для нее познавательных задач.

С. Жаки, конечно, прав: космология пришла к формулировке антропного принципа «собственным путем», а не через философию Фомы Аквинского. Прав он и в другом отношении: понятие «цель» чуждо природе космологической науки. Но в случае с антропным принципом речь идет не о «цели» эволюции Вселенной или «целесообразном»

устройстве ее. Космология вовсе не собирается (вслед за теологией) доказывать, будто весь громоздкий космический механизм создан только для блага человека!

Что же касается созревшей в современной космологии идеи о связи источников земной жизни с начальным сингулярным состоянием, то здесь нет ничего сверхъестественного. Еще Ф. Энгельс говорил: «материя приходит к развитию мыслящих существ в силу самой своей природы...»³. Как раз о выявлении естественного механизма реализации этой заложенной в самой материи возможности и ставится вопрос в космологической науке наших дней. В самом же общем плане речь идет о конкретно-научном раскрытии очень важного, но ранее неизвестного аспекта единства материального Мира.

«БЕССМЫСЛЕННА» ЛИ ВСЕЛЕННАЯ?

В современной теологической литературе бросается в глаза один немаловажный «нюанс»: утверждается, что космологические «истины» христианской теологии вообще не доступны научной конкретизации, не говоря уже об их «опытной проверке». Так, на упомянутой выше кембриджской конференции «Космос и творение» особо подчеркивалось, что «хотя наук или научная космология может быть мощным стимулом к рассмотрению сотворенности космоса, однако она никогда не станет учением о творении как таковом». Спрашивается: разве наука когда-либо объявляла о том, что собирается стать учением о «творении как таковом»? У нее совершенно иные цели. А вот что утверждает тот же Жаки: «Все научные усилия, направленные на описание Вселенной и имеющие целью показать, что Вселенная может быть только тем, что есть, а ничем другим, — обречены на неудачу».

Таким образом, современная христианская теология несколько иначе толкует провозглашенную св. Фомой «гармонию» веры и знания; ныне она проводит более четкую демаркационную линию между «высшим» и «низшим», между божественной «мудростью» и человеческим знанием.

Обращает на себя внимание и другой излюбленный прием теологической самозащиты: христианское богословие издавна претендует

³ К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч., т. 22, с. 524.

на истину «объемную», в отличие от истины научной, трактуемой и третируемой им как «плоскостная». Так, на конференции «Космос и творение» христианский теолог М. Шаллис, пытаясь доказать двумерность научной картины мира, сослался на... авторитет крупного специалиста по физике элементарных частиц и релятивистской космологии С. Вайнберга. Последний в своей известной книге «Первые три минуты», заканчивая рассказ об «ошеломляюще враждебной Вселенной», открытой астрономами и истолкованной физиками, писал: «Чем более постижимой представляется Вселенная, тем более она кажется бессмысленной». Эти афористические слова, претендующие на философское обобщение современной познавательной ситуации в космологии, и стали объектом особого внимания современных теологов и верующих ученых. М. Шаллис истолковал фразу С. Вайнберга как косвенное признание недостаточности чисто научного подхода к познанию фундаментальных законов Вселенной. Человечество нуждается в особой духовной пище (помимо науки и философии), считает он и не без иронии добавляет: «Когда человечество просит хлеба, ему дают камень в форме бессмысленной космологии». Бессмысленность же современной космологии Шаллис видит в том, что «она, убив бога, свела смысл всего космоса к сущему случаю». Отсюда его настоятельный призыв к космологам свою вину перед религией искупить «искренней верой в бога, Создателя и Правителя человека и его мира».

Но, во-первых, далеко от истины утверждение, будто наука свела происхождение и поведение всего космического к сущей случайности. Да, случайность, вероятность и связанный с ними круг научных понятий в современном естествознании, особенно в фундаментальной физике, играют большую роль. Но и противоположные категории — необходимость, достоверность и так далее не отброшены; они продолжают служить человеку и в его попытках понять структуру и поведение материи как на микроскопическом, так и на макроскопическом уровнях ее организации. Более того, для современного этапа развития науки характерно осознание глубокого диалектического единства этих категорий: необходимости случайного и случайности необходимого.

Во-вторых, так ли уж бессмысленна Вселенная, воспроизведенная в зеркале современного научного знания? Конечно, Вселенная естествоиспытателя и философа-материалиста в отличие от Вселенной теолога и философа-идеалиста не одухотворена, она развивается по объективным законам, причем понятия «цель» и «смысл» к этому развитию неприменимы. Такова Вселенная, взятая сама по себе. Но можно ли назвать «бессмысленной» астрономическую Вселенную, эволюционирующую по законам, доступным человеческому пониманию, Вселенную, порождающую на определенном этапе своего закономерного развития мыслящего человека?

Наконец, в-третьих, суждения С. Вайнберга о «бессмысленности» познаваемой наукой Вселенной, равно как аналогичные высказывания других специалистов, нельзя вырывать из контекста современного этапа научного знания. Американский ученый имеет в виду вовсе не то, что приписывают ему теологи; в его словах нет также следов какого бы то ни было научного скептицизма или гносеологического уныния. Говоря о космологической картине, вырисовывающейся в ходе углубленного изучения Вселенной, С. Вайнберг называет «бессмысленной» вовсе не саму картину, а тем более не Вселенную как таковую; речь идет о впечатлении человека, воспринимающего эту новую, чрезвычайно необычную космологическую картину.

Еще молодой Энгельс, разоблачая приемы и методы католической теологии, применяемые по отношению к науке (в данном случае геологии), заметил: «Если геология приходит к другим результатам, чем моисеева история сотворения мира, то ее ругают... если же она приходит якобы к тем же результатам, что и Библия, то на нее ссылаются... Разве это честно?»⁴

Нам остается констатировать, что указанные Энгельсом приемы и методы применяются и поныне. Дополнительным, не менее наглядным примером могут служить новейшие теологические измышления о «подтверждении» и даже «регулятивном значении» религиозной доктрины творения в современной науке.

⁴ К. Маркс, Ф. Энгельс. Из ранних произведений. М., 1956, с. 303.

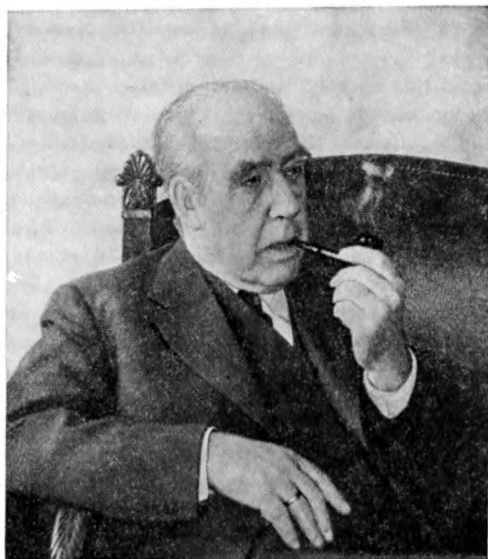


НАШИ
ИНТЕРВЬЮ

Нильс Бор — ученый и человек

Научная общественность всего мира широко отмечает 100-летний юбилей выдающегося датского физика Нильса Бора. Наш корреспондент В. Л. Чеботарев обратился с рядом вопросов к академику В. Л. Гинзбургу, не раз встречавшемуся с этим замечательным ученым. Текст интервью предваряет краткая биография Нильса Бора.

Нильс Хенрик Бор родился 7 октября 1885 года в Копенгагене, в семье известного физиолога профессора Христиана Бора, человека прогрессивных взглядов. Свою первую самостоятельную научную работу Нильс Бор выполнил еще будучи студентом Копенгагенского университета. За нее он получил золотую медаль, а в 1910 году сделал о своей работе доклад Лондонскому королевскому обществу. Эта единственная экспериментальная работа, проведенная Бором, была посвящена определению коэффициента поверхностного натяжения жидкости. Магистерскую, а затем и докторскую диссертации Бор посвятил разработке наиболее трудных вопросов электронной теории Лоренца. В 1911 году Бор уезжает в Англию для стажировки у Дж. Томсона, а весной 1912 года становится сотрудником Резерфорда. В 1913 году Бор опубликовал свою знаменитую статью «О строении атомов и молекул», в которой впервые увидели свет квантовые постулаты, объясняющие одновременно строение и устойчивость атомов. Постулаты Бора не были законченной теорией, ее создание — еще впереди. Но, отдавая должное гениальной интуиции Бора, Эйнштейн к словам восхищения с горечью добавил: «Что же, все это не так далеко от того, к чему мог прийти и я. Но если все это правильно, то здесь конец физики». Эти слова величайшего революционера в науке показывают, как глубока была пропасть, отделявшая квантовую механику, созданную впоследствии Бором и его школой, от классической физики.



Нильс Бор (1885—1962)

В 1916 году Бор становится профессором Копенгагенского университета, а в 1917 — членом Датского королевского общества. В 1920 году в Копенгагене состоялось открытие созданного по инициативе Бора Института теоретической физики, ставшего вскоре Меккой для физиков всего мира. В 1922 году «за заслуги в исследовании строения атомов и атомного излучения» Нильсу Бору присуждается Нобелевская премия. Двадцатые годы — время «бури и натиска» современной физики. Бор и его сотрудники создают квантовую механику — одну из самых удивительных научных теорий. Двойственность и неопределенность, царящие в микромире, были лишь кажущимися, но в первую очередь бросались в глаза именно они. Принцип неопределенности, принцип дополненности, принцип соответствия... И за

всем этим, говоря словами Эйнштейна, — «драма, драма идей».

В 30-е годы Бор занялся проблемами строения атомного ядра и по существу вплотную подошел к объяснению механизма деления урана. В это время в Европе уже начал хозяйничать фашизм. Спасаясь от нацистского режима, многие ученые бежали в Копенгаген, к Бору. Но в апреле 1940 года Дания была оккупирована фашистами. Положение самого Бора с каждым днем становилось все сложнее. Чем «жарче» делалось нацистской Германии на восточном фронте, тем сильнее было истерическое желание Гитлера выиграть войну любой ценой. С этой целью в секретных лабораториях третьего рейха развернулась лихорадочная деятельность по созданию нового сверхмощного оружия — атомной бомбы. В том же направлении работали и союзники СССР по антигитлеровской коалиции. Боясь, что они смогут привлечь к своей работе Бора, нацисты решили вывезти ученого в Германию. Но Бору устроили побег, и с одним из своих сыновей он был переправлен на лодке через пролив в нейтральную Швецию, а уже оттуда на военном самолете в Англию. (Оге Бор, участвовавший в побеге, впоследствии — известный физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии 1975 года, глава института, созданного его отцом).

Получив предложение стать консультантом англо-американского атомного проекта, Бор отплыл на пароходе из Англии в США. Одним из первых он осознал всю бесчеловечность нового оружия; Бор был против монопольного владения его секретом, понимая нравственную и политическую беспринципность такой позиции. Бор встречался с президентом США Ф. Рузвельтом и вел с ним переписку по волнующим его вопросам. Рузвельт колебался, но все же послал Бора в Англию для переговоров с У. Черчиллем, с личным письмом к британскому премьеру. Однако миссия ученого окончилась безуспешно. Позднее Черчилль оказал давление и на Рузвельта: ни о каком научном сотрудничестве с русскими в области вооружений не может быть и речи. Черчилль писал: «По-моему, Бора следует арестовать или, по крайней мере, раскрыть ему глаза на то, что он на грани государственного преступления».

Ученый тяжело переживал случившееся, но не сдавался, предпринимал новые и новые

попытки убедить в своей правоте то одного, то другого чиновника. Его вежливо выслушивали, но это был глас вопиющего в пустыне. Лучше многих других понимая, что атомный «джинн» уже выпущен из бутылки, Бор в послевоенные годы энергично выступает за мир и международное сотрудничество. «Квантовая теория больше не влечет меня к своим проблемам, — говорил Бор, обеспокоенный ядерным безумием. — Ныне первостепенная проблема — найти путь к предотвращению атомной войны».

Нильс Бор был иностранным членом Академии наук СССР, имел почетный диплом профессора МГУ. Его хорошо знали и любили в нашей стране. Смерть Бора 18 ноября 1962 года была потерей для всех людей доброй воли. Когда в 1970 году в Дубне был синтезирован 105-й элемент периодической системы Менделеева, его назвали нильсборием в честь великого физика, научные и общественные заслуги которого перед человечеством неocenимы.

Чем крупнее ученый, тем более личным является его отношение к авторитетам. Это вряд ли надо доказывать и подтверждать примерами. Вы видели Бора, беседовали с ним. Ваш Нильс Бор — какой он?

Еще в 30-е годы я присутствовал на лекции Бора в Политехническом музее в Москве. А весной 1961 года, когда Бор посетил нашу страну, я не только побывал на некоторых его публичных выступлениях, но мне также посчастливилось довольно долго и в спокойной обстановке беседовать с Бором в Физическом институте Академии наук СССР. И вот даже это, по существу мимолетное, общение оставило очень сильное впечатление. Речь идет не об обаянии имени, а об обаянии личности. Ведь самые большие научные достижения вовсе не связаны автоматически с целым рядом черт, которые мы суммарно выражаем, говоря о замечательной человеческой личности. А Нильс Бор предстал перед нами именно как такой замечательный человек, одновременно и очень принципиальный, и добрый, и какой-то неповторимо деликатный и мудрый. Можно было бы попытаться как-то подкрепить и оправдать такие эпитеты, но это очень труд-

но сделать, и я боюсь только смазать картину. Поэтому ограничусь тем, что вспомню изречение «Лицо человека — зеркало его души», которое так хорошо применимо к Нильсу Бору. В самом деле, фотографии, сделанные в мае 1961 года Л. В. Суховым, очень впечатляющи даже без всяких комментариев.

Обидно, что при жизни Бора мне не довелось побывать в Копенгагене, познакомиться с ним поближе, обсудить научные проблемы. Впрочем, с Эйнштейном мне и совсем не поездо, только после его смерти я побывал в Принстоне, в его доме и кабинете в Институте фундаментальных исследований. «Мой Бор» — это, естественно, тот Бор, каким я видел его в 1961 году. О своих впечатлениях я рассказывал через полтора года на вечере, посвященном памяти Нильса Бора¹.

Работы Бора получили широкое признание коллег и современников, оказали огромное влияние на развитие естествознания. «Бор и его сотрудники прикоснулись к нерву Вселенной. Интеллектуальный взор человека устремился к внутренним механизмам природы, до этого покрытым тьмой», — это слова известного физика Виктора Вайскопфа. Для физиков подобные оценки — прописные истины, но людям неискушенным в науке все-таки многое остается непонятным. Каков вклад Бора в создание атомной и ядерной физики?

Мы так привыкаем к успехам науки и техники сегодняшнего дня, что часто не отдаем себе отчета в том, сколь недавно «все было иначе». Под «недавно» я понимаю здесь, конечно, не геологические масштабы времени. Естественной меркой для нас является продолжительность человеческой жизни, скажем, 70 лет. Так вот, дедушки и во всяком случае прадедушки сегодняшних комсомольцев не только не смотрели телевизор, но и не слу-

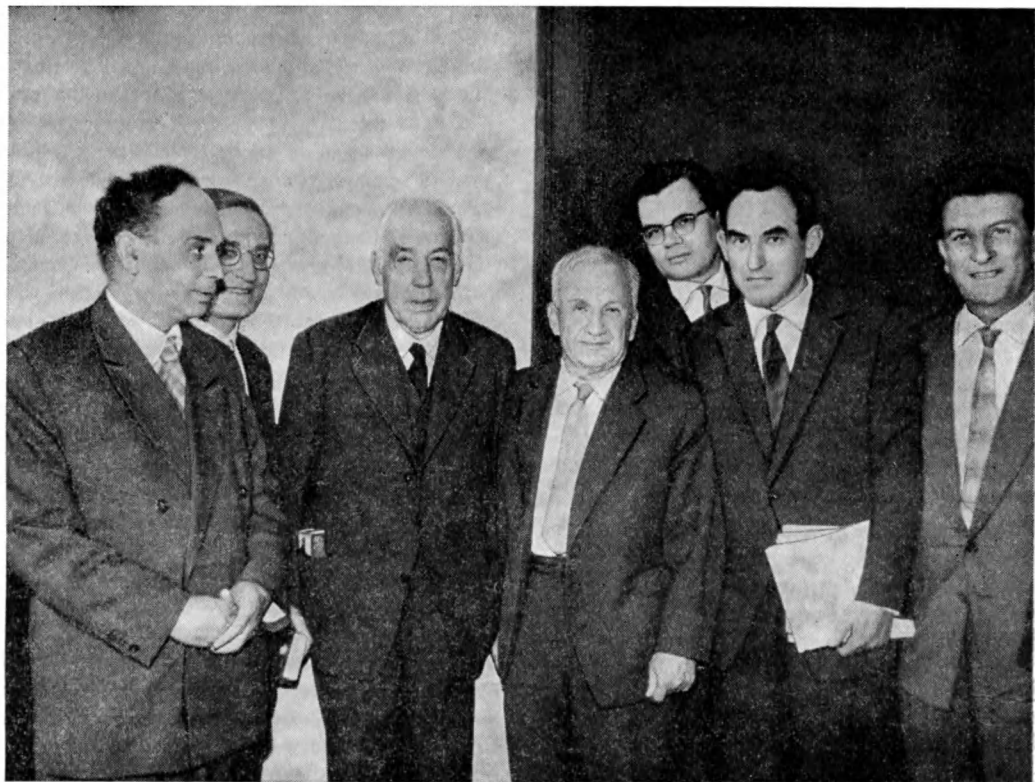
шали радиопередач. Я сам помню, как в 1924 году к нам домой принесли детекторный радиоприемник и, нащупывая иглой подходящее место на кристалле, мы слушали станцию «Коминтерн».

В науке картина аналогична. Еще в начале нашего века не знали, как устроен атом. Одной из популярных его моделей была такая: имеется облако положительного заряда, в которое вкраплены и могут колебаться электроны, открытые в конце прошлого века — тоже совсем недавно по масштабам истории науки и всей человеческой культуры. Только в 1911 году Резерфорд обосновал так называемую планетарную модель атома. В этой модели атом уподобляется Солнечной системе с очень маленьким, но тяжелым атомным ядром в роли Солнца и электронами-планетами. Но такая модель оказалась несовместимой с законами классической (неквантовой) физики, так как электроны должны были очень быстро упасть на ядро. Тогда-то на авансцену физики и вышел Нильс Бор. Он понял, что с помощью старых физических понятий объяснить строение атома не удастся, необходим революционный шаг. Введя некоторые постулаты, противоречащие классической физике, а также используя выдвинутые несколько ранее Максом Планком и Эйнштейном квантовые представления, Бор смог объяснить спектры атома водорода и однократно ионизированного атома гелия.

В области атомной и молекулярной физики все последующие десятилетия прошли под знаком развития теории атома, созданной Бором². Его собственным крупнейшим достижением в этот период явилась микроскопическая (атомная) интерпретация периодической системы элементов. Согласно этой интерпретации, номер элемента (атомный номер) в системе Менделеева равен электрическому заряду ядра. Число электронов в атоме равно тому же атомному номеру. Таковы основные положения, которые позволили Бору объяснить целый ряд закономерностей в периодической системе.

¹ Этот вечер состоялся 12 декабря 1962 года в Москве, о нем рассказывалось в журнале «Успехи физических наук» (1963, т. 80, с. 207), а также в книге В. Л. Гинзбурга «О физике и астрофизике» (М.: Наука, 1985, с. 381) (Прим. ред.)

² Эта идея высказывалась и раньше (например, Ван ден Бруком), но Бор, как и в случае с моделью Резерфорда, дал ей качественно новое объяснение.



**Нильс Бор среди советских физиков
(весна 1961 года).**

Слева направо:

**академик И. М. Франк,
академик АН КазССР Н. А. Добротин,
иностраный член АН СССР Нильс Бор,
академик И. Е. Тамм, И. Д. Рожанский,
академик В. Л. Гинзбург,
член-корреспондент АН СССР Е. Л. Фейнберг**

**Фото научного сотрудника ФИАН
Л. В. Сухова**

Несмотря на то, что теория Бора дала выдающиеся по значению результаты, ее основы оставались несовершенными. Этот факт осознавался все яснее по мере того, как теория оказывалась неспособной объяснить ряд тонкостей в атомных спектрах. Стало совершенно очевидно, что классическая (ньютоновская) механика для описания атомных, микроскопических явлений, вообще говоря, непригодна и нужно создать новую механику, адекватную реальности. Таковая, под именем квантовой или волновой механики, и была построена в

период с 1924 по 1926 годы. Бор принимал самое активное участие в создании квантовой механики и особенно в ее осмыслении. Обсуждение основ квантовой теории, анализ возникающих парадоксов и трудностей в ее понимании занимали Бора до конца жизни. Кстати сказать, помню, как Ландау неоднократно говорил, что разрешить все парадоксы, связанные с интерпретацией квантовой механики, из всех физиков может только Бор.

Когда построение квантовой механики и создание на ее основе последовательной теории атомных явлений было в основном завершено, Бор, примерно с 1935 года, сосредоточил свое внимание на атомном ядре. Развитие ядерной физики очень многим обязано Бору, и можно сказать, что он стоял у колыбели ядерной энергетики. К его великому сожалению, ядерная (атомная) энергия стала использоваться и для военных целей. Бор одним из первых начал бить тревогу по этому поводу, стремился к запрещению военного использования атомной энергии. Но это уже другая тема.

Резюмируя ответ на поставленный вопрос, можно сказать, что, пожалуй, никто не внес большего, чем Бор, вклада в создание современной атомной и ядерной физики. Этим и определяется признание современников, да и потомков. Что же касается коллег, то их уважение и любовь к Бору объяснялись также его личными качествами. Он был открытым и благожелательным человеком, чем привлекал к себе людей. Бор оказал огромное влияние не только на физику, но и на физиков, имевших счастье работать с ним или хотя бы около него. В таких случаях говорят о создании «школы». И можно сказать, что хотя результаты, полученные многими его учениками, формально не связаны с именем Бора (то есть опубликованы в качестве работ только самих учеников), они фактически не были бы получены без его участия и влияния.

Удивительная черта Бора-исследователя, особенность его гения была в способности соединять несовместимые, казалось бы, идеи, сопоставлять то, что по традиции считалось несопоставимым. Отсюда—его знаменитый принцип дополнительности. «Противоположности суть дополнительности»—одно из любимых изречений Бора. Сам Бор толковал этот принцип очень широко, далеко выходя за границы физики. Какой смысл вкладывал Бор в новый подход к изучению природы?

Квантовые представления появились в физике в начале века (теория теплового излучения Планка, 1900 год; гипотеза о квантах света Эйнштейна, 1905 год; теория атома Бора, 1913 год). Эти представления противоречили классической физике—механике Ньютона и электродинамике Фарадея—Максвелла. Противоречили они и «здравому смыслу», который формируется под влиянием повседневного человеческого опыта. Такое противоречие понятно, поскольку непосредственно мы имеем дело с макроскопическими явлениями и объектами, квантовые же закономерности ярко проявляются лишь для микроскопических объектов (атомов, электронов и тому подобное). Поэтому-то создание квантовой теории

и потребовало фантастических по своей трудности усилий. Даже когда квантовая механика была в 1925—1926 годах уже создана, то есть был построен соответствующий математический аппарат, понимание смысла введенных понятий еще не было достигнуто. В этом понимании основная роль принадлежит Бору—речь идет о копенгагенской интерпретации квантовой механики.

Кстати сказать, в том разговоре, в котором и я участвовал в 1961 году, Бор высказал мнение, что никакой «копенгагенской интерпретации» не существует, а сама квантовая механика—это интерпретация наблюдений. Но с такой точкой зрения долгие годы далеко не все были согласны, и даже сейчас не иссяк поток статей, в которых обсуждаются основы квантовой механики. По сути дела, камень преткновения—корпускулярно-волновой дуализм: один и тот же объект (скажем, электрон) обладает как корпускулярными, так и волновыми свойствами. Но может ли волна быть частицей (корпускулой)? И может ли частица быть волной? Ответ квантовой механики (ответ Бора, его принцип дополнительности) таков: корпускулярные и волновые свойства электрона проявляются в совершенно объективных, но различных физических условиях, которые являются «дополнительными» друг к другу (в условиях, где ярко выражены корпускулярные свойства, волновые свойства не существенны, и наоборот). Другими словами, электрон «сам по себе»—это не частица и не волна, это более сложный неклассический объект, ведущий себя как волна в одних физических условиях (например, при дифракции электронов) и как корпускула в других (например, при прохождении через камеру Вильсона).

С подобной ситуацией физика ранее не сталкивалась. Разумеется, и мои пояснения здесь совершенно недостаточны. Я пытаюсь лишь ответить на поставленный вопрос, более подробное обсуждение которого далеко выходит за возможные пределы нашей беседы.

Как Вы справедливо отмечаете, Бор толковал свой принцип дополнительности весьма широко, пытался распространить его на биологию, психологию и социологию. Лично меня эти попытки Бора не впечатляют, но тут для нас важно другое: осуществленный Бором анализ основ квантовой теории является образцом диалектического мышления. И несом-

ненно, выводы Бора сыграли существенную роль в победе диалектического подхода при анализе явлений, над старым метафизическим образом мышления.

Наверное, людей всегда будут интересовать научные и личные взаимоотношения двух величайших физиков XX века — Альберта Эйнштейна и Нильса Бора. Эйнштейн верил в существование точных законов, которым подчиняется Вселенная — от элементарных частиц до Метагалактики. Бор защищал идею о том, что точно предсказать поведение каждой отдельной частицы в микромире принципиально невозможно. На афористичное замечание Эйнштейна, что «бог не играет в кости» последовал не менее афористичный ответ Бора: «не надо поучать бога». Вы были современником этого спора...

Бор и Эйнштейн расходились во взглядах на квантовую механику, точнее, на ее интерпретацию. Эйнштейн считал, что даже в нерелятивистской области квантовая механика, хотя и верна, но не полна — за ней стоит еще «что-то». Понимание или, если угодно, овладение этим «что-то» должно позволить в принципе изгнать вероятность из квантовой теории. Бор же полагал: вероятностные высказывания в квантовой теории и вообще в микрофизике совершенно неизбежны — они отражают неклассическую природу микрообъектов. А противоречий здесь нет в силу принципа дополненности. Обсуждение основ квантовой теории происходит и до сих пор, оно подогревается некоторыми последними успехами физики классических нелинейных процессов.

Я могу считаться современником споров в этой области только в том смысле, что знаю о них со студенческой скамьи, да к тому же дискуссия продолжается и сейчас. По моему убеждению, никаких ошибок в аргументации Бора нет и ему мы обязаны глубоким анализом проблемы. Но такие великие проблемы не так-то легко исчерпать, если вообще это можно сделать. О какой-то «отмене» квантовой механики не может быть и речи. Но исключить возможность новых подходов и взгля-

дов тоже нельзя. Кстати сказать, совершенно неверно фигурирующее иногда в литературе утверждение, будто Эйнштейн не понимал квантовую механику или отрицал ее. Как я уже подчеркивал, он лишь не считал «принцип дополненности» Бора и всю его аргументацию устраняющими возможность как-то «дополнить» нерелятивистскую квантовую механику (и конкретно узнать не только вероятность попадания данного электрона в то или иное место на экране при дифракционном опыте, но и точно предсказать это место).

Сам я думаю, как и большинство физиков, что «дополнить» квантовую механику в указанном смысле нельзя и мы никогда не сможем изгнать, даже в принципе, вероятность из квантовой теории. Вместе с тем ссылки на «большинство» и даже на «подавляющее большинство» не могут иметь решающего значения в науке. Поэтому нужно терпимо относиться не только к дальнейшему анализу основ теории, но и к попыткам каких-то неортодоксальных интерпретаций. Сделаю лишь оговорку: речь не идет о несерьезных сочинениях, в которых повторяются ошибки пятидесятилетней давности и не учитывается состояние современной физики. Я уже не говорю о недопустимости той невежественной и злобной «критики» квантовой механики, с какой нам приходилось сталкиваться в прошлом. Имеется в виду то неуважение к науке и вообще те отрицательные явления, что хорошо показаны на примере генетики в прекрасном фильме «Звезда Вавилова», недавно продемонстрированном по телевидению.

Наконец, о взаимоотношениях между Бором и Эйнштейном. О них известно из многочисленных воспоминаний, а также из писем и статей самих Эйнштейна и Бора. Эти отношения были самыми дружественными и очень теплыми. Научные споры велись абсолютно корректно, в доброжелательной атмосфере, а в спорах, касающихся квантовой механики, Бору удалось опровергнуть все конкретные возражения Эйнштейна, и в целом впечатление таково, что Бор «победил». Но кавычки поставлены здесь не случайно, поскольку подлинно научные споры на высоком уровне — это не военные действия и обычно даже «побежденный» вносит свой вклад в понимание обсуждаемых вопросов. Так, несомненно, было и в дискуссиях между Бором и Эйнштейном. К слову сказать — и это менее известно — на более

раннем этапе, до создания квантовой механики, «победителем» в спорах оказался Эйнштейн — речь шла о квантовой природе света (Бор ее решительно отвергал). Личные и научные отношения между Эйнштейном и Бором, несомненно, могут служить примером, достойным подражания (я имею в виду тот факт, что в научной среде отношения между людьми часто, мягко выражаясь, оставляют желать лучшего).

Нильс Бор — создатель научной школы, знаменитой не только своими достижениями, но и выработкой нового стиля мышления, а главное, школы, для которой характерен особый дух доброжелательности, бескомпромиссного поиска истины, взаимного уважения — независимо от возраста и заслуг. Наверное, сегодняшний молодой ученый и Бор отлично понимали бы друг друга. Каким было отношение Бора к молодым ученым? Какие человеческие качества помогали ему понимать других?

Со всем сказанным в первой части вопроса я согласен. Подробнее обо всем этом читатель может узнать из некоторых статей сборника «Нильс Бор. Жизнь и творчество», выпущенного издательством «Наука» в 1967 году.

К молодежи Бор, действительно, относился наилучшим образом, его открытость и дружелюбие, что менее тривиально, привлекали людей (можно ведь очень хорошо относиться к людям, но оставаться замкнутым, в какой-то мере изолированным). Во время пребывания в Москве в 1961 году, отвечая на вопрос как раз об отношениях с молодыми физиками, Бор сказал примерно следующее (цитирую по памяти): «Мы не боялись показаться им глупыми». Другими словами, Бор вел себя не как небожитель и не как надутый «господин профессор» (встречается и то и другое), а держался с подлинной демократичностью и простотой. Он не боялся признавать свои ошибки или, говоря принятым у нас языком, был самокритичен. Известный физик Отто Фриш вспоминает, как Бор, ударив себя ладонью по лбу, воскликнул: «Какими же мы были идиотами! Это же просто восхитительно!

Именно так и должно быть!» Вообще я убежден в том, что главное в воспитании молодежи — не поучения, а дружелюбное отношение, исключение «эксплуатации» и, конечно, атмосфера напряженной и увлеченной работы (речь идет о студентах старших курсов, аспирантах уже участвующих в научной деятельности).

Бор не был кабинетным ученым, проведшим жизнь «в башне из слоновой кости». Он был не только мыслителем, но и человеком действия. Сильным мира сего приходилось выслушивать из его уст горькие истины. Что это — война с ветряными мельницами или единственно возможная позиция?

Нет, это не война с ветряными мельницами, а элементарное выполнение долга и одновременно необходимое условие сохранения своего человеческого достоинства. Те, кто ради каких-то жизненных благ и успехов или из трусости кривят душой, не достойны уважения. Не могу согласиться и с теми, кто уговаривает молчать и отказываться от критики, поскольку «все равно ничего не выйдет». Бор не был таким человеком. Поглощенный своей действительно захватывающей и интересной научной работой, он помогал людям, уделял внимание общественной деятельности, активно боролся за прогрессивное развитие человечества.

Образно говоря, великий физик зажег маяк, который долгие годы освещал дорогу физикам всего мира. И этот маяк не погас с кончиной Бора — он скорее превратился в памятник, на котором горит вечный огонь. Этот огонь будет источником света и тепла не только для нашего, но и для будущих поколений.



Василий Никитич Татищев

(к 300-летию со дня рождения)



Василий Никитич Татищев (1686—1750)

Первый русский географ и историк, предшественник М. В. Ломоносова на поприще этих наук, Василий Никитич Татищев родился 19 апреля 1686 года близ Пскова в родовом имении своего отца, происходившего из знатного, но обедневшего дворянского рода. С 1704 года находился на военной службе, участвовал в Северной войне, в 1709 году отличился в Полтавской битве, а в 1711 — в Прутском походе, после чего выполнял важные военно-дипломатические поручения Петра I.

Именно в те годы и определилось направ-

ление всей дальнейшей деятельности Татищева — в основном под влиянием его непосредственного начальника Я. В. Брюса — не только доблестного генерала, но и опытного администратора. Более того, он был разносторонним ученым, одним из самых образованных сподвижников Петра I. В 1719 году Татищев начал серьезно заниматься географией России. Тогда в нашей стране еще не было географических сочинений, которые обобщали бы сведения о природе, экономике, культуре. Единственная сводная географическая работа, составленная еще в XVI веке, — «Книга Большого чертежа» — содержала преимущественно данные о путях сообщения, но этого уже было явно недостаточно. Географические сведения о России, публиковавшиеся тогда за рубежом, изобиловали неточностями, а порой и попросту небылицами.

Основой для географии страны должны были стать ее карты, которые для многих районов России в то время отсутствовали. Поэтому Петр I, одобрив представленный Татищевым проект работ по составлению карт, определил Василия Никитича своим указом «к землеописанию всего государства». Однако при всей важности дела заняться им сразу Татищеву не удалось. В 1720 году Петр I направил его на Урал и в Западную Сибирь начальником государственных («казенных», как тогда говорили) горных заводов.

Татищев энергично принялся за выполнение этого поручения: строил новые заводы, реконструировал старые, широко — насколько было возможно — поставил разведку полезных ископаемых (именно он открыл богатейшее месторождение железной руды и назвал его «гора Благодать»). По его плану и под его руководством в районах строительства горных заводов прокладывались дороги, строились поселки и города. Много сил потратил он, чтобы отыскать место для административного, промышленного и культурного центра Урала. Наконец место было найдено на берегу реки

Исети: здесь Татищев и заложил город Екатеринбург (ныне — Свердловск).

Несмотря на свою занятость практическими вопросами, Татищев не терял интереса к науке. В начале 1720-х годов он сумел увлечь Петра I проблемой происхождения мамонтовых костей, которые он и его рудоискатели часто встречали в Сибири. Увлечен до такой степени, что Петр I распорядился о доставке в Петербург скелета мамонта или хотя бы его черепа. Татищев тщательно обследовал Кунгурские пещеры на Урале, все имевшиеся там провалы — тогда бытовала легенда о мамонтах как о подземных зверях далекого прошлого — и убедился, что пещеры эти образованы подземными водами. Так началось изучение явления, позднее названных карстовыми.

Именно Татищев впервые обозначил границу между двумя частями света — Европой и Азией, проведя ее по Уральскому хребту. Это название — прежде хребет назывался «Рифейские горы» и «Каменный пояс» — тоже появилось благодаря Татищеву.

Говоря о деятельности Татищева на Урале и в Западной Сибири, нельзя не сказать о его усилиях по сохранению природных богатств. В специальном параграфе «О надзирании лесов» составленного им «Заводского устава» строго запрещалась беспорядочная рубка деревьев. «Казенным» заводам для вырубki отводились особые участки леса, и повторная рубка на них разрешалась лишь через определенное время. Лесным надзирателям вменялось в обязанность о всех нарушениях немедленно сообщать в главную горную канцелярию.

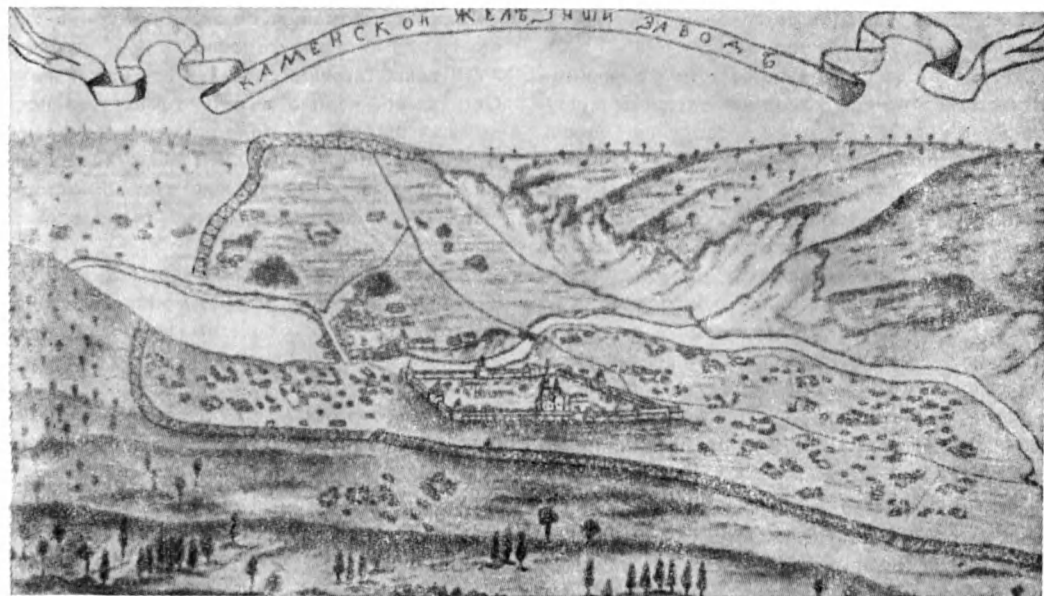
При вверенных ему горных заводах Татищев организовал специальные лаборатории для хранения образцов руд, редких минералов и окаменелостей. Коллекции эти впоследствии стали основой фондов местных музеев, множество минералов и образцов растений Татищев отправил в Петербургскую кунсткамеру.

Вынашивая идею создания географии России, Татищев в те годы пришел к твердому убеждению: нельзя оторвать географию страны от ее истории. Он писал: «...Интересуясь причинами географических явлений, я невольно подошел к явлениям историческим, отчего и принял на себя — теперь уже совершенно добровольно — и второй важнейший труд — создание „Истории Российской с древнейших времен“». Это фундаментальное сочинение,

до сих пор сохранившее значение ценнейшего памятника историографии и культуры XVIII века, Татищев создавал всю свою жизнь. Оно было издано в пяти томах уже после смерти автора. Благодаря этому сочинению Татищев уже с конца XVIII века, а особенно в XIX, стал известен как русский историк, спасший от забвения многие важные факты прошлого нашей Родины.

Меньше известны географические работы В. Н. Татищева, хотя они не менее обстоятельны и важны: шаг за шагом он реализовывал в них главную научную задачу своей жизни — создание географии России. Но из многочисленных географических трудов Татищева в дореволюционное время увидели свет всего три: в 1793 году был издан «Лексикон Российский» (да и то лишь его первая часть), в 1839 году в «Журнале министерства внутренних дел» появилась статья В. Н. Татищева «Россия» и, наконец, в 1859 году удалось напечатать «Напоминание на присланное описание народов».

Все же остальные географические работы В. Н. Татищева (а сохранились, по-видимому, далеко не все) были опубликованы только в 1950 году — в специальном издании: «В. Н. Татищев. Избранные труды по географии России». Прежде всего это датированное 1736 годом «Общее географическое описание вся Сибири» — фундаментальный труд, который по замыслу автора должен был состоять из 45 глав. Не все намеченные главы Татищеву удалось написать, а из тех, что были написаны, сохранились только первые девять и частично десятая и тринадцатая главы. Но и то, что мы имеем, поражает размахом и глубиной проникновения в каждый освещаемый вопрос. Среди этих вопросов: о происхождении названия «Сибирь»; представления о границах Сибири, сложившиеся у населяющих ее народов; о «теплоте и стуже» и о «видимых воздуха приключениях» на территории Сибири; о реках и озерах Сибири и об омывающих ее берега морях; о горах и почвах; о полезных ископаемых; о растениях и животных; о народах, в разное время населявших Сибирь; о власти политической и церковной на территории Сибири. Описание Сибири, сделанное Татищевым, стало первым этапом географического описания всей России, которое Академия наук рекомендовала Татищеву «выполнить по тому же образцу».



План одного из горных заводов на Урале.
Старинный чертеж

Содержательны, интересны и все другие известные нам теперь географические труды В. Н. Татищева, например «Предложение о сочинении истории и географии Российской» (1737), «Донесение в Сенат по вопросам картографических работ» (1739), «Введение к гисторическому и географическому описанию Великороссийской империи» (1744), «О географии вообще и о русской» (1746).

Во всех этих работах высказаны передовые для того времени идеи по конкретным вопросам изучения Земли — о ее форме, движении, строении земной поверхности, а также о климате Земли, ее водах, растительном и животном мире. В «Лексиконе», упоминая о форме Земли, В. Н. Татищев (основываясь на работах французских астрономов) отмечал, что она «к полюсам плосковата, а диаметр экватора доле, нежели меридиана».

Можно считать, что самые злободневные вопросы современной географии России — объединение идей физической и экономической географии в целях оптимизации природопользования — имеют истоки 300-летней давности, восходящие к работам Татищева. Именно у него мы находим первые оценки природных условий с точки зрения их исполь-

зования в хозяйственной деятельности. Например, поясняя, в чем состоит «физическое обстоятельство» географии, Татищев писал, что оно «показует по разности положений разность перемен воздуха, теплоты и стужи и происходящего от того природного довольства и недостатка, которое к рассуждению и приумножению пользы и отвращению вреда весьма полезно».

И уже совершенно очевидно — именно В. Н. Татищев стоял у начала русского страноведения, он был автором первых географических описаний ряда районов нашей страны, дал основу для их дальнейшего, более детального физико-географического и экономико-географического исследования.

Знаем мы теперь и то, что географические труды Татищева не были плодами только его умозрительной деятельности. Сам он отмечал: «через непосредственные езды многие места видел я и по делам положенным многие известия в памяти собрал». А вот одна из многочисленных записей Татищева по его путевым впечатлениям — о залегании земных слоев на Урале: «Езде я по Чусовой, в высоких каменных берегах с немалым удивлением слои смотрел, ибо оные не в дальнем расстоянии в разном положении находятся, яко горизонтально, перпендикулярно и накось много или мало».

Татищевские «езды по делам положенным»

продолжались более двух десятилетий. Сначала — с 1720 по 1723 годы — он много путешествовал по Уралу и Сибири по делам подчиненных ему горных заводов. В конце 1723 года прибыл в Петербург с докладом и после годовичного пребывания при дворе был послан в Швецию. Там, помимо выполнения дипломатических заданий, Татищев должен был «познакомиться с положением горного дела, занимать на русскую службу разных мастеров, стараться о помещении русских в учение горному делу». Но не упускалась из виду и работа по созданию географии России. В Швеции, как вспоминал впоследствии Татищев, «я имел случай со многими учеными разговаривать (на географические темы. — А. П.) и потребные книги достать».

Вернувшись на родину весной 1726 года, Татищев некоторое время занимал административные должности в Петербурге, а в начале 1734 года был снова назначен начальником горного дела Урала и Западной Сибири. До 1737 года он опять почти в непрерывных разъездах — от Соликамска до Оренбурга и от Камы до Тобольска. В Екатеринбурге Татищев организовал первые гидрометеорологические наблюдения, следил за правильностью и регулярностью выполнения их. Благодаря его усилиям в этом городе в 1734—1739 годах велись ежесуточные трехкратные замеры элементов погоды — температуры и давления воздуха, осадков; изучался режим речного льда. В Екатеринбурге В. Н. Татищев производил и астрономические исследования. Так, недавно были обнаружены и опубликованы его наблюдения полного лунного затмения 16(27) марта 1736 года. В его письмах сохранились также сведения о наблюдении им комет.

В те же годы Татищев сочинил «предложение с вопросами» самого разнообразного характера, обращенное в основном к чиновникам провинциальных административных подразделений России — ее губерний, уездов. Вопросы были, например, такие: когда в данной местности начинается зима, наступает ледоход на реках, бывает больше дождей, случается первый и последний гром (знаменующие начало и конец лета), имеются ли горы и какова их высота, есть ли те из них, «из которых огонь выходит или чрезвычайное курение бывает», есть ли снег на горах и так далее. Были вопросы и этнографического,

и исторического характера. На первых порах в таких анкетах было 92 вопроса, позднее же они включали 198 вопросов.

В 1737 году Татищев был назначен начальником «Оренбургской экспедиции», сыгравшей большую роль в изучении и освоении Оренбургского края. Одновременно ему поручалось составить недостающие географические карты страны. Наконец-то можно будет осуществить «землеописание», которое с самого начала он решил положить в основу своей работы по составлению географии России!.. Всего за два-три года значительно продвинулись вперед работы по картографированию отдельных районов страны: прапорщик Алябьев сочинил «Ландкарту Оренбургской линии от реки Волги и от Каспитуцкого моря по рекам Самара, Яику, Ую и Тоболу», прапорщик Норов создал «Ландкарту реки Яика», подпоручик Чичагов — карту водораздела бассейнов рек Самара и Яика.

В 1739 году при Петербургской Академии наук был создан Географический департамент, призванный руководить картографическими съемками России, а стало быть, и созданием географии страны. Татищеву назначили в этот департамент. Между тем политическая обстановка в стране накалялась: фаворит императрицы Бирон, сосредоточивший в своих руках фактически всю верховную власть, жестоко расправлялся со своими личными врагами, к которым причислял и В. Н. Татищев. В доносчиках на Василия Никитича недостатка не было: своей принципиальностью, требовательностью к подчиненным он нажил на прежних местах своей службы немало врагов. По ложным доносам на Татищеву завели «дело», в 1740 году его отстранили от должности. И только падение Бирона отвело от Татищева неминуемую гибель. Его освобождают и посылают сначала начальником «Колмыцкой экспедиции», а затем губернатором в Астрахань.

Тем не менее придворные интриганы не унимаются, и в 1745 году возобновляет свою деятельность следственная комиссия по «делу» Татищева. Глубоко оскорбленный, Василий Никитич подает в отставку и поселяется в своем поместье в деревне Болдино (близ Клина). Покидать поместье ему не разрешалось, при нем постоянно находилась стража из солдат сенатской роты.

Последние годы жизни Татищев, как всегда, много работал. Отличаясь необыкновенной

одаренностью, он внес весомый вклад не только в географию и историю, но и в геологию, геодезию, экономику, археологию, этнографию, языковедение и ряд других наук. И при этом сожалел, что «многое из задуманного тяжесть штатских дел в совершенство привести и в пользу ближнего явить не допустила».

Разгадав в первых сочинениях М. В. Ломоносова почерк большого ученого, Татищев незадолго до своей смерти именно его попросил написать предисловие к своей «Истории Российской». Ломоносов откликнулся весьма охотно. С большим уважением к Татищеву он писал: «Имел я издавна желание изыскать случай, как бы Вашему превосходительству показать мою услужность, для того что обохоте Вашей к российскому языку слышал довольно, к которому я труд свой по силе прилагаю; сие желание паче моего чаяния ныне исполнилось».

Умер Василий Никитич Татищев 5 июля 1750 года, сохранив до последнего часа твердость духа и ясность мысли. Накануне его

смерти в Болдино прискакал курьер из Петербурга с указом о полной реабилитации Татищева и о награждении его орденом Александра Невского. Знак столь запоздалого признания его безусловной честности и самоотверженного служения Родине, этот орден, Василий Никитич велел отправить обратно — умирающему он не нужен...

А в это время начал свою активную деятельность М. В. Ломоносов. В 1758 году он поступает на должность «смотрителя» Географического департамента, основной задачей которого было составление «Атласа Российского». Под его руководством разрабатываются планы специальных географических экспедиций, обрабатываются ответы на разосланные в разные пункты страны вопросники — все это делается для накопления фактических данных, что позднее будут положены в основу «Атласа». Дело, которое начал Василий Никитич Татищев, получило надежного продолжателя, заинтересованного и талантливового.

Изучается мексиканское землетрясение



Считается, что магнитуда катастрофического землетрясения в Мехико 19 сентября 1985 года составляла 7,8. Однако сейсмологи Управления геологической съемки США, в том числе известный геофизик Д. Харлоу, полагают, что она могла достигать 8,1.

Незадолго до сейсмического удара мексиканские и американские ученые создали в Центральной и Западной Мексике сеть из двадцати сейсмических станций (сейчас она пополняется еще девятью), оснащенных новейшим оборудованием. Сеть станций охватывает территорию от Акапулько до бассейна реки Бальсас, по которой проходит граница между мексиканскими штатами Герреро и Мичоакан. Северная ветвь сети оказалась вблизи эпицентра землетрясения, расположенного у тихо-

океанского побережья. Это позволило Национальному центру информации о землетрясениях США (Боулдер, штат Колорадо) довольно точно определить координаты эпицентра: 18,1° с.ш., 102,3° з.д. Важную роль в сейсмическом событии сыграло так называемое Мичоаканское «окно» — территория, где не было подземных толчков почти 120 лет. (25 октября 1981 года здесь произошло землетрясение магнитудой 7,3, но эпицентр его располагался весьма глубоко и потому существенных разрушений оно не вызвало). Области, примыкающие к Мичоаканскому «окну», сотрясались не-

однократно, в нем же самом, очевидно, происходило накопление напряжения.

Район Мичоаканского «окна» охватывает часть подводного хребта и зоны разлома земной коры Ороско. Хребет, пересекающий тектоническую плиту Кокос, постепенно подвигается под береговую часть Североамериканской плиты земной коры. Сама же плита Кокос погружается под Тихоокеанскую плиту, образующую ложе большей части Тихого океана. Все вместе это, вероятно, и создает напряженную сейсмическую обстановку.

Столица Мексики с ее 18-миллионным (включая пригороды) населением построена на месте, где еще несколько столетий назад было озеро. Осадочные породы, неконсолидированные и увлажненные, способствовали усилению толчков.

New Scientist, 1985, 107, 1475

Е. А. ШУМИЛОВА
А. В. ШУМИЛОВ



Николай Николаевич Миклухо-Маклай

Много написано о проблеме контакта с космическими цивилизациями. Вспомните «Аэлиту» А. Н. Толстого, книги Уэллса, Ефремова, Брэдбери, Лема, братьев Стругацких... В них инопланетяне — вымысел, контакт цивилизаций — фантастика.

В дневниках Миклухо-Маклая — действительность!

«Каарам-тамо» — «Человек с Луны» — называли Николая Николаевича папуасы. «До меня никто положительно не был в этом месте Новой Гвинеи и папуасы воображали себя единственными жителями земного шара», — писал Миклухо-Маклай. Как хроникер контакта до сих пор никто не пробовал прочитать дневники Миклухо-Маклая. Многие авторы упрощают его взаимоотношения с туземцами. Как будто стоило только протянуть руку и сказать: «Я — друг», и все трудности тут же оставались позади. Этакая пастораль... На самом деле начало контакта было отнюдь не легким. «Не раз потешались они, пуская стрелы так, что последние очень близко пролетали около моего лица и груди... и даже подчас без церемоний совали острие копий мне в рот или разжимали им зубы».

Двенадцать лет провел он в скитаниях. Пожалуй, никто из наших соотечественников не повидал столько. Двенадцать долгих лет! Он стал забывать родной язык, стал, как сам говорил, белым папуасом. Унижаясь и стыдясь, выпрашивал деньги на продолжение путешествий. Он был тяжело болен — лихорадка, ревматизм, невралгия, анемия, общее истощение сил. При росте 167 сантиметров он исхудал до 44 килограммов...

Во имя чего все это? Сам Николай Николаевич отвечал: «Единственная цель моей жизни — польза и успех науки и благо человечества...»

Родился Миклухо-Маклай в селе Рождественском близ города Боровичи Новгородской губернии 17(5) июля 1846 года. Отец его —



Н. Н. Миклухо-Маклай в своем обычном экспедиционном костюме (первая половина 70-х годов)

Николай Ильич Миклуха — был инженером путей сообщения, к концу жизни дослужился до должности коменданта Николаевского (ныне Московского) вокзала в Петербурге. В 1857 году Николай Ильич умер, оставив жену с пятью детьми. Мать Миклухо-Маклая Екатерина Семеновна, урожденная Беккер, дочь врача московской больницы для чернокожих, была женщиной редких душевных

качества. Девизом ее стали слова знаменитого русского врача Ф. П. Газа, который был своим в их семье: «Побеждайте зло добром... Торопитесь делать добро!»

В 1863 году Николай Николаевич поступил вольнослушателем на физико-математический факультет Петербургского университета, но уже полгода спустя за участие «в беспорядках» был исключен — «без права поступления в другие русские университеты». С большим трудом удалось добиться разрешения на выезд за границу, чтобы продолжить образование. В общих чертах Николай Николаевич уже определил свои интересы — в записной книжке за 1863 год перечень прочитанных книг: К. Фогт «Естественная теория мироздания», И. М. Сеченов «Рефлексы головного мозга», А. Н. Бекетов «Обновление и превращение в мире растений»...

Два семестра он слушал лекции на философском факультете в Гейдельбергском университете. Потом перебрался в Лейпциг и, наконец, в Йену, где поступил на медицинский факультет.

Жилось все эти годы трудно. Мать далеко не всегда могла помочь деньгами, и Николай Николаевич подрабатывал граверными работами — благо хорошо рисовал. Миклухо-Маклай, по его собственным словам, «работал как вол». От постоянной работы с микроскопом глаза настолько переутомились, что он, нуждаясь сам, иногда за деньги приглашал людей для чтения ему вслух. Пришлось даже пролежать два месяца в Йенской клинике — он получил в результате переутомления легкий паралич левой стороны лица.

В Йене Николай Николаевич слушал лекции знаменитого биолога Эрнста Геккеля, и в 1866—1867 годах вместе с профессором отправился на Канарские острова, где занимался анатомией губок, изучением мозга хрящевых рыб. Затем Миклухо-Маклай работал в зоологических музеях Дании, Норвегии, Швеции, Франции. А после окончания университета уехал с профессором Б. А. Дорном в Мессину.

В марте 1869 года Николай Николаевич впервые отправляется в самостоятельную экспедицию на Красное море, отправляется один. Мать сумела выслать всего около трехсот рублей — явно недостаточно. Но это не смущает Николая Николаевича. Уже заканчивая свое путешествие, он писал сестре: «Я знал,

что денег моих не хватит мне. Здесь, как и везде, есть добрые люди, которые готовы и за честь считают помочь ученому... И действительно, не имея более ни гроша, я занял у одного французского негодяя... 200 франков, чтобы добраться до Суэца. Там я имею в запасе другого знакомого, который поможет мне доехать до Александрии; там же живет русский... некий Пашков, который обещал меня даром доставить в Константинополь, а оттуда шаг — и я в Одессе».

Всю жизнь он будет нуждаться, всю жизнь будет искать деньги на продолжение исследований. Но убежденность в правильности избранного пути никогда не покинет его...

На первых порах Миклухо-Маклай занимался изучением губок. В Атлантике, в Средиземном, Красном морях. Возвратившись после пятилетнего отсутствия в Россию, он изучил богатую коллекцию северных и дальневосточных губок. Зачастую собранные в разных местах, они могли показаться относящимися к совершенно различным видам. Но потом, при изучении промежуточных форм, становилось ясно: это один и тот же вид, только изменившийся под влиянием внешних условий.

Может быть, возникновение различных человеческих рас тоже связано с различными условиями обитания?

В то время антропология — наука о человеке — только еще зарождалась, но вопрос о единстве человеческого рода был в ней одним из главных. Моногенисты считали, что все человеческие расы произошли от общих предков. Полигенисты пытались доказать, что от различных видов. Даже многие дарвинисты, в их числе и Э. Геккель — учитель Миклухо-Маклая, придерживались мнения, что культурно отсталые народы — лишь некое «промежуточное звено» между цивилизованными людьми и их далекими предками — обезьянами. Миклухо-Маклай был убежден, что решить этот спор невозможно за письменным столом, «без собственного внимательного наблюдения... отличных от нас рас». Сам он был уверен: нет рас высших и низших, расовые отличия возникли под влиянием различных условий среды.

В Петербурге Николай Николаевич выступил с докладом на заседании Географического общества России, а затем направил секретарю общества письмо, в котором сформулировал свой план экспедиции на Новую Гвинею и

просил о поддержке. Совет общества предоставил Миклухо-Маклаю небольшую денежную субсидию (1200 рублей), а главное, добился для него разрешения отправиться на Новую Гвинею на военном корвете «Витязь». Почему именно Новая Гвинея? Потому что изучена она очень мало, даже о размерах острова не было единого мнения. Туземцы Новой Гвинеи еще не испытали на себе влияния цивилизации, зачастую не видели белого человека.

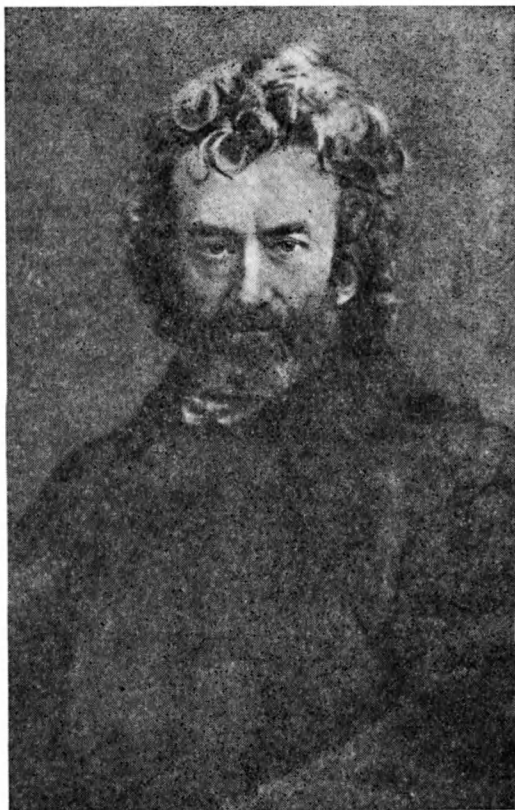
Около года заняла подготовка путешествия. Но время это ушло не на закупку снаряжения или продовольствия, а на составление научных программ, на консультации с крупнейшими учеными. Позднее моряки «Витязя» рассказывали: оставаясь на Новой Гвинее, Миклухо-Маклай имел всего два пуда риса да баночку с надписью «жир для пищи».

А в день отплытия из Кронштадта Николай Николаевич писал последние письма. Одно — семье: «До свидания или прощайте. Держите обещания ваши, как я свои». Другое — любимому другу, князю Александру Александровичу Мещерскому: «В случае, если я не вернусь из предстоящего путешествия, желаю, чтобы все, что мне следует или придется, перешло сестре моей Ольге». Это второе письмо было запечатано в конверт с надписью: «Вскрыть, если не вернусь»...

Возможно, современному читателю эти записки покажутся излишне трагичными, но ведь мало кто тогда верил в успех задуманного предприятия. Верил ли сам Маклай? И что он переживал 27 сентября 1871 года, когда приспустив флаг, салютовал уходящему «Витязю»? Когда остался на берегу один на один с туземцами?

Первоначальное знакомство с ними уже состоялось. Вначале туземцы пытались воспрепятствовать высадке Маклая на берег, потом — боязливо сторонились. Как поведут они себя теперь?

Местом своего обитания Николай Николаевич выбрал побережье залива Астролябия — белые люди здесь еще не бывали. Пoblзости несколько туземных деревень, но Миклухо-Маклай построил свою хижину в отдалении от них — на мысе, который он назвал Мысом Уединения. Матросы «Витязя» расчистили небольшую площадку в девственном лесу, вбили в землю, как фундамент, шесть брусев, потом на высоте около метра настелили пол будущего дома. Скорее — не дома, а хижины.



Николай Николаевич Миклухо-Маклай.
Последняя фотография ученого,
подаренная им Л. Н. Толстому

Четыре с половиной метра в длину, ширина и высота — меньше двух метров, стены из тонких досок и парусины, крыша — из листьев саговых и кокосовых пальм.

Вместе с Миклухо-Маклаем остались слуги, нанятые им на островах Самоа. Полинезиец Бой вскоре заболел и умер, второй же слуга — швед Ульсон, бывший матрос купеческого судна — оказался трусом и лентяем и превратился в немалую обузу.

Через три дня после ухода «Витязя» Миклухо-Маклай решил посетить деревню папуасов. «Брать или не брать револьвер?.. Я не уверен, как я, имея револьвер у пояса, поступлю... если туземцы в деревне начнут обращаться со мною неподходящим образом... Но я убежден, что какая-нибудь пуля, пущенная некстати, может сделать достижение дове-

рия туземцев невозможным, то есть совершенно разрушит все шансы на успех предприятия».

Николай Николаевич хотел дойти до ближайшей деревеньки, где уже знали его. Но по ошибке пошел не той тропинкой и, войдя в деревню, не увидел знакомых лиц. Тогда-то и произошел «первый контакт» — свист стрел, замах копья... Острие его останавливается в сантиметрах от лица... «В эту минуту я был доволен, что оставил револьвер дома».

Попробуйте в такую минуту найти решение! Вот он — не вымышленный, реальный контакт цивилизаций, разделенных тысячелетиями. Натянуты тетивы, занесены копья...

Кажется неправдоподобным — Миклухо-Маклай... лег спать! Подтащил циновку, валяющуюся поблизости, расшнуровал ботинки, расстегнул пояс, закрыл глаза и... действительно заснул.

Проспал он часа два.

«Открыв глаза, я увидел нескольких туземцев, сидящих вокруг циновки... Они разговаривали вполголоса... были без оружия и смотрели на меня уже не так угрюмо... Я решил идти домой и стал приводить свой костюм в порядок. Эта операция очень заняла окружающих меня папуасов. Затем я встал, кивнул головой в разные стороны и направился по той же тропинке в обратный путь, показавшийся мне теперь короче, чем утром...»

Сон на циновке, «под сенью» взметнувшихся копий, немало озадачил туземцев. С этой минуты, наверное, и начала расти среди них слава ни на кого не похожего, непостижимо бесстрашного, как видно бессмертного, белого человека.

«Маклай, скажи, можешь ты умереть? Быть мертвым, как люди Бонгу, Богати, Били-Били? Годы спустя после того дня будет задан этот вопрос. Папуасы знают, убеждены, что Маклай не может сказать неправду. «Баллал Маклай худи» — «Слово Маклая одно» — так говорили туземцы окрестных деревень.

«Скажи я „да“, я поколеблю сам значительно свою репутацию... Сказать „нет“ — нельзя... завтра или через несколько дней какая-нибудь случайность может показать туземцам, что Маклай сказал неправду».

«Да» или «нет»? Несколько десятков туземцев, собравшихся в буам-браму — хижину заседаний, напряженно замолкли. «Я нашел мой ответ. Сняв со стены... тяжелое и острое

копье, которое, метко брошенное, могло причинить неминуемую смерть, я подошел к Саулу, стоявшему посреди буам-брамы и следившему за моими движениями. Я подал ему копье, отошел на несколько шагов и остановился против него. Я снял шляпу, широкие поля которой закрывали мое лицо, я хотел, чтобы туземцы могли по выражению моего лица видеть, что Маклай не шутит и не моргнет, что бы ни случилось. Я сказал тогда: „Посмотри — может ли Маклай умереть?“. Недоумевавший Саул хотя и понял смысл моего предложения, но даже не поднял копье и первый заговорил: «Арен, арен!» (нет, нет!). Между тем, некоторые из присутствовавших бросились ко мне, как бы желая заслонить меня своим телом от копья Саула... Ответ оказался удовлетворительным...»

Удивительным, воистину сверхъестественным мужеством обладал этот невысокий болезненный человек...

Конечно, Николай Николаевич проявил огромную силу духа при первом контакте с туземцами, когда лег спать (и уснул) в окружении враждебно настроенных папуасов. Но главное — он выбрал единственно верный путь — продемонстрировал свои добрые намерения, если хотите — беззащитность.

За первые четыре месяца он всего пять раз побывал в соседней деревне Горенду. Но не из страха — из боязни быть навязчивым. Заметив, что папуасы прячут от пришельца жен и детей, он каждый раз предупреждал свистом о своем приходе в деревню. Заметив, что от него скрывают многие стороны быта, обряды, он не старался проникнуть в тайну.

«Знание языка, я убежден, — единственное средство для удаления недоверия», — пишет Миклухо-Маклай. Безусловно, взаимное непонимание — одно из главных препятствий для установления контакта. Но только читая дневники путешественника, начинаешь понимать, насколько это препятствие трудно преодолеть. «Все, на что нельзя указать пальцем, остается мне неизвестным», — записывает он, уже прожив два месяца среди папуасов. Сколько времени, труда, выдумки нужно употребить, чтобы узнать перевод одного только слова! Например, на перевод слова «хорошо», такого необходимого при любом общении, ушло целых четыре месяца.

Непросто давался язык. Но еще труднее было завоевать доверие. Конечно, Маклай

всегда был искренен — без искренности нет доверия. И все же он строил свое поведение по некоему сценарию, с тонким учетом особенностей психологии папуасов. Он лечил жителей окрестных деревень, дал им гвозди, ножи, топоры, научил выращивать арбузы, дыни, тыквы, папайю, кукурузу. Кстати сказать, в диалекте Бонгу до сих пор сохранились слова «нож», «арбуз», «тапорр».

Делал он все это без какой-либо выгоды для себя, просто хотел быть полезным. Был другом, а не играл роль друга. И все же всегда сохранял дистанцию, преднамеренно окружал себя неким ореолом таинственности. Известно, как ночью, украдкой Миклухо-Маклай хоронил Боя, не желая, чтобы папуасы узнали о смерти слуги белого человека. Как поджег он в блюдечке спирт и как папуасы упрасивали его «не зажечь моря».

Впрочем, часто и самые невинные действия Маклая — приготовление ко сну, чаепитие — казались туземцам полными таинственности. Иногда по незнанию он нарушал «табу» — оставлял недоеденным кушанье, беззаботно отбрасывал в сторону банановую корку — туземцы и это считали проявлением «неземного» могущества.

Он был добрым волшебником — дарил, лечил, предотвращал столкновения между деревнями. И однажды пришли к нему «тамо боро» — вожди окрестных деревень. Пришли, чтобы просить его остаться с ними навсегда, стать «тамо боро-боро»...

Пятнадцать месяцев прожил Николай Николаевич среди папуасов. А потом дважды вновь возвращался на Берг Маклая.

Уже тянулись к Новой Гвинее руки колонизаторов — голландцев, англичан, немцев, американцев. Маори — население Новой Зеландии — были к этому времени почти полностью уничтожены, аборигены Тасмании — полностью. На Тасмании у англичан существовал даже некий «вид спорта» — «охота на черных птиц». С ружьем и с собаками.

«Черные» близки к питекантропу — провозглашали полигенисты — они лишь некая промежуточная форма в ряду переходных видов от обезьян к белому человеку. Такие взгляды становились знаменем расизма, служили «оправданием» колониальных притязаний.

Николай Николаевич убедился, что все факты, выдвигаемые полигенистами в защиту их «теорий», не выдерживают критики. Ут-

верждали, например, что у папуасов волосы растут якобы пучками, что у них какая-то особенная жесткость кожи, «неполноценный» череп. Миклухо-Маклай доказал, что волосы у папуасов растут совершенно так же, как у европейцев, что жесткость кожи — отнюдь не врожденная, а возникает из-за незащищенности тела папуасов от солнца, ветра, дождей.

Множество единичных наблюдений, единичных фактов приводили к одному и тому же выводу: условия обитания, уклад жизни полностью объясняют — и определяют! — особенности строения тела папуасов. Даже цвет их кожи. Все, что видел Николай Николаевич, убеждало его в одном: папуасы такие же люди!

Николай Николаевич мечтает образовать независимый Папуасский Союз. Он надеется, что сумеет еще предотвратить вторжение колонизаторов, шлет письма, телеграммы — премьер-министру Великобритании Уильяму Гладстону, рейхсканцлеру Германии Отто Бисмарку...

Гладстону: «Мы искренне надеемся, что имперское правительство не признает и не поддержит политику насилия, людоекрадства и невольничества». Бисмарку: «Туземцы берега Маклая отвергают германскую аннексию...»

Но сам он все прекрасно понимал: «Мои увещания пощадить во имя справедливости и человеколюбия папуасов ходят на просьбу, обращенную к акулам — не быть такими прожорливыми!»

В августе 1882 года Миклухо-Маклай вернулся в Россию. Вот что писал один из его друзей: «Желтовато-бледное лицо его носило на себе отпечаток испытанного горя, страданий... И худые щеки, и тусклый взор, и впалая грудь, и еле слышный голос, и частое хватание за бок достались путешественнику как вечные, неудалимые знаки, которые наложили на него испытанные им лишения и болезни».

Двенадцать долгих лет...

Бывало, болезни неделями приковывали его к постели — жестокие пароксизмы лихорадки, ревматизм. Бывало, месяцами не мог он оплатить счета и вынужден был занимать деньги под проценты. Бывало, годами не получал никаких вестей от друзей и близких, странствуя по островам Океании...

Возвращаясь в Россию, Николай Николаевич с горечью писал: «Я никогда не имел времени

подумать о средствах к жизни на будущее время. Оказывается теперь, что мне не на что жить».

Всю свою жизнь он меньше всего заботился о себе — о своем благополучии, об известности, о достатке. Можно привести еще более «странные», почти анекдотические примеры его отрешенности от всего земного: «Спроси мать: в каком месяце и которого числа я родился?», «Спроси, пожалуйста, у матери — в котором году я родился?». Подобные вопросы не раз встречаются в письмах Николая Николаевича к сестре и брату.

За всем этим видится не рассеянность, видится умение подчинить свою жизнь тому, что кажется главным. Не в этой ли полной самоотрешенности истоки его хладнокровного мужества, его терпеливого подвижничества?

Он умер в 1888 году в бедности, в постоянной заботе о деньгах, в горестных раздумьях о судьбе жены — Маргариты Кларк-Робертсон, которую он привез из Австралии, о судьбе двух своих сыновей. Он прожил короткую жизнь — всего 42 года. И, кроме двух десятков статей, ничего не успел опубликовать. При

жизни им восхищались, но мало кто по-настоящему понимал его. Только десятилетия спустя после смерти Николая Николаевича изданы были его дневники, только десятилетия спустя его труды были по достоинству оценены.

Биографы его говорят: «Самое характерное для Миклухо-Маклая — это поразительное сочетание... черт смелого путешественника, неутомимого исследователя-энтузиаста, широко эрудированного ученого, прогрессивного мыслителя-гуманиста, энергичного общественного деятеля, борца за права угнетенных колониальных народов. Подобные качества порознь не составляют особой редкости, но сочетание всех их в одном лице — явление совершенно исключительное».

Прав Лев Толстой, который в письме к Николаю Николаевичу писал в 1886 году: «Не знаю, какой вклад в науку, ту, которой Вы служите, составят ваши коллекции и открытия, но Ваш опыт общения с дикими составит эпоху в той науке, которой я служу, — в науке о том, как жить людям друг с другом».

НОВЫЕ КНИГИ

Юным любителям космонавтики

В 1985 году в московском издательстве «Просвещение» вышла книга А. Д. Марленского «Основы космонавтики. Факультативный курс». Это уже второе, переработанное издание, как указано в подзаголовке, «учебного пособия для учащихся».

Открывается книга маленьким вступлением — «К учащимся». Здесь, в частности, говорится: «В данном пособии поставлена цель последовательно и систематически изложить начальные сведения о научных основах космонавтики с опорой на изученный в VIII классе раздел механики.

Для придания цельности и законченности изучаемому курсу включены отдельные вопросы из астрономии, химии, биологии и математики».

В книге девять глав: «Космонавтика и ее история», «Движение и устройство ракет», «Свободное движение ракеты в поле тяготения», «Движение ракеты под действием силы тяги», «Искусственные спутники Земли», «Полеты к Луне и планетам», «Условия космических полетов», «Научное и практическое использование космонавтики», «Перспективы космонавтики». Каждая глава в свою очередь разбита на параграфы, более детально освещающие частные вопросы. Между параграфами — там, где это нужно для лучшего усвоения материала, приведены соответствующие упражнения, содержащие,

если необходимо, по несколько задач. Ответы и решения напечатаны в конце книги. Каждую главу завершают специально подобранные «Вопросы для самоконтроля». Некоторые из них помечены звездочкой. Это значит, что данные вопросы — проблемной тематики, они стимулируют учащихся глубже изучать предмет.

Книгу заканчивает небольшое «Приложение», которое содержит две таблицы: «Элементы орбит планет и Луны» и «Физические и космодинамические характеристики планет, Луны и Солнца».



Калужские чтения

С 17 по 20 сентября 1985 года в Калуге проходили очередные чтения, посвященные научному наследию и развитию идей К. Э. Циолковского. Эти чтения были юбилейными — двадцатыми.

Первые чтения состоялись в 1966 году, 17 сентября — в день рождения К. Э. Циолковского. С тех пор они проводятся ежегодно, по их материалам уже выпущено около 80 сборников.

Программа чтений предусматривает работу ряда секций: «Исследование научного творчества К. Э. Циолковского и история авиации и космонавтики», «Проблемы ракетной и космической техники», «Механика космического полета», «Проблемы медицины и биологии», «Авиация и воздухоплавание», «К. Э. Циолковский и философские проблемы освоения космоса», «К. Э. Циолковский и научное прогнозирование», «К. Э. Циолковский и проблемы космического производства».

Кроме того, ежегодно проводятся пленарные заседания, а в отдельные годы и объединенные межсекционные заседания и симпозиумы, посвященные наиболее актуальным проблемам современной науки, связанным с освоением космоса. Так, в 1980 году были проведены симпозиумы на темы «Космонавтика начала XXI столетия» и «Идеи К. Э. Циолковского и научные проблемы внеземных цивилизаций», в 1983 году — «Космонавтика и научно-технический прогресс», в 1984 году — «Космонавтика: прогнозы и действительность» и «К. Э. Циолковский и вопросы культуры», а объединенное межсекционное заседание XX чтений посвящалось антропному принципу.

Активное участие в чтениях принимают известные ученые, летчики-космонавты СССР, а также молодые научные работники и инженеры, увлеченные проблемами освоения космоса. Многим из них чтения дали путевку в большую науку.

XX юбилейные чтения открылись пленарным заседанием. На нем прозвучали доклады, посвященные полету советских автоматических станций «Вега-1» и «Вега-2», проблеме борьбы с милитаризацией космоса, вопросам, связанным с промышленным освоением космоса. Мы коснемся наиболее интересных тем общенаучного и философского характера, обсуждавшихся на XX юбилейных чтениях.

Как уже отмечалось, специальное межсекционное заседание было посвящено обсуждению антропного принципа и его роли в современном естествознании. Основной доклад по этому вопросу сделал В. В. Казютинский. Подробно остановившись на истории открытия антропного принципа, в которой важную роль сыграли советские астрофизики Г. М. Идлис и А. Л. Зельманов, докладчик подверг обоснованной критике попытки интерпретировать этот принцип с теологических и идеалистических позиций. По его мнению, такого рода попыткам в известной мере способствовало то обстоятельство, что некоторые зарубежные физики и астрофизики формулируют или комментируют антропный принцип в форме, допускающей произвольные толкования. К числу подобных формулировок относится, например, определение, данное английским математиком Б. Картером: «Я мыслю — поэтому мир та-

ков, каков он есть». Весьма двусмысленно и утверждение известного физика-теоретика Д. Уилера — исходя из антропного принципа, он высказал следующее «предположение»: не замешан ли человек в проектировании Вселенной более серьезно, чем мы до сих пор думали?

Такие высказывания носят явно религиозный оттенок, и не случайно канадский теолог Дж. Лесли, опираясь на антропный принцип, заявил: жизнь ходит по лезвию бритвы, и это возможно только в том случае, если есть некоторая первопричина.

Однако в действительности, подчеркнул докладчик, для религиозных интерпретаций антропного принципа нет абсолютных никаких оснований. Этот принцип отражает естественную тесную взаимосвязь между фактом нашего существования и свойствами Вселенной. Иными словами: мы существуем потому, что Вселенная обладает определенными свойствами. Если бы эти свойства оказались иными, то нас бы не было (как, возможно, и других разумных существ) и такую Вселенную некому было бы наблюдать и изучать! Вселенная не приспособлена к нашему существованию некой высшей силой, она не является воплощением наших мыслей и предположений о ней, а существует объективно, независимо от нашего и чьего бы то ни было сознания. Мы только потому и существуем — а значит, и мыслим, — что она обладает именно такими, а не какими-либо иными свойствами.

Попытки идеалистических и религиозных интерпретаций антропного принципа вовсе не означают, будто этот принцип неверен. Тем более, что он

может быть сформулирован и без упоминания о человеке: если бы Вселенная была иной, то не могли бы образоваться **сложные структуры**. Что же касается уникальности того комплекса физических и других условий, который обеспечивает возможность существования жизни и разума, то большинство ученых, отметил докладчик, считает: этот комплекс сложился чисто случайным образом. Материальный мир, видимо, состоит из бесчисленного множества вселенных с различными свойствами и мы существуем в той из них, где эти свойства допускают возникновение сложных структур. С другой стороны, подчеркнул В. В. Казютинский, возможны и альтернативные объяснения. По его мнению, не исключено, что в природе действуют некие, еще не известные нам общие законы эволюции, с необходимостью приводящие к такому состоянию, которое допускает образование живых структур. Если подобное предположение справедливо, то это означает: свойства нашей Вселенной, обеспечивающие возможность возникновения и существования жизни, сложились не случайным, а закономерным образом.

Попытка выявить характер таких общих законов эволюции была предпринята в докладе автора данной статьи. Как следует из второго начала термодинамики, в природных системах действует закон возрастания энтропии. Но если исходить из диалектического характера природных процессов и действия в реальном мире закона единства и борьбы противоположностей, тогда можно предположить, что в природе должны существовать процессы, противостоящие накоплению энтропии. Одним из таких процессов как раз и является деятельность живых, и в особенности разумных, существ, способствующая созданию маловероятных состояний, то есть увеличению «порядка» в материальных системах и уменьшению энтропии. Не служит ли поэтому образование живых структур необ-

ходимой формой самодвижения материи, в определенной степени компенсирующей «разрушительное» действие второго начала термодинамики? И не является ли обоснование подобной необходимости основным содержанием тех общих законов эволюции, о которых идет речь? Разумеется, уменьшение энтропии в системе «разумные существа — окружающая среда», происходящее в результате деятельности живых и разумных существ, неизбежно совершается за счет увеличения энтропии в более широких областях. Однако, расширяя свою антиэнтропийную деятельность, разумные существа в принципе могут охватывать ею все более обширные области пространства Вселенной.

Ленинградский философ А. М. Мостепаненко посвятил свой доклад гносеологическим аспектам антропного принципа. Ученых, в частности физиков и астрофизиков, а также философов, интересует не только, каковы законы природы, но и почему они такие, а не иные? Подобную проблему ставил А. Эйнштейн. Но еще задолго до него Аристотель задавался вопросом, почему существует «нечто», а не «ничто»? По мнению докладчика, дело не только в благоприятном для жизни сочетании численных значений фундаментальных физических постоянных, но и в очень многих других свойствах Вселенной. Весьма вероятно, что предпосылки для существования жизни и ее развития коренятся в фундаментальных свойствах нашей Вселенной.

Рассмотрению связи между антропным принципом и проблемой множественности обитаемых миров был посвящен доклад Л. М. Гиндилиса. Как подчеркнул докладчик, существует две проблемы: проблема множественности обитаемых вселенных и проблема обитаемости нашей собственной Вселенной. Если свойства каждой из множества вселенных реализуются чисто случайным образом, то подавляющее большинство вселенных должно быть лишено жизни и сложных форм материи. Что касается

нашей Вселенной, то она «приспособлена» к существованию жизни чрезвычайно тонким образом, и не только на уровне космологических свойств, но и на уровне микромира. А так как наша Вселенная однородна и изотропна, то, считает докладчик, «приспособленными» для жизни должны быть ее глобальные свойства, а не только свойства отдельных ее областей. Трудно представить, что глубинные, фундаментальные свойства Вселенной делают ее в целом пригодной для жизни, а реализуется эта возможность лишь в одном месте. На этом основании докладчик приходит к выводу, что жизнь должна быть присуща всей нашей Вселенной.

В докладе Л. В. Лескова исследовалась связь между антропным принципом и моделями эволюции космических цивилизаций. Докладчик отметил, что, по сути дела, антропный принцип может рассматриваться как своеобразное правило отбора физических теорий: лишь те из них следует считать правильными, которые допускают существование сложных структур и человека. По мнению автора доклада, существует три основные фундаментальные проблемы, связанные с познанием окружающего нас мира,— проблема образования крупномасштабной структуры Вселенной, проблема выяснения закономерностей процессов, происходящих на предельно малых пространственно-временных интервалах, и проблема выяснения условий и механизма возникновения жизни. Если раньше физики и философы занимались поисками ответа на вопрос, как устроен мир, то с появлением антропного принципа особое значение приобрел и другой вопрос: по чему у мир устроен так, а не иначе? В случае же существования и действия в этом мире космических цивилизаций возникает и третий вопрос: как будет дальше развиваться такой обитаемый мир? Есть ли пределы творческого развития разума? Не может ли появиться сверхразум? Способны ли разумные

существа преобразовывать материю и законы природы? По мнению Л. В. Лескова, возможности практической деятельности космических цивилизаций почти безграничны.

В какой-то мере продолжением доклада Л. В. Лескова стал доклад В. В. Казютинского, прочитанный на заседании секции «Философские проблемы освоения космоса». Он был посвящен теории раздувающейся, или инфляционной, Вселенной. Теория раздувающейся Вселенной, возникшая сравнительно недавно и в настоящее время переживающая период бурного развития, и открывает путь к объяснению, как и каким образом сложились некоторые из тех свойств нашей Вселенной, которые с точки зрения антропного принципа имеют существенное значение для возникновения и развития жизни.

Появление антропного принципа вызвало особый интерес к взаимосвязи земного и космического. Поэтому не случайно на XX чтениях этому вопросу, в свое время волновавшему и К. Э. Циолковского, было уделено значительное внимание. В частности, данной теме посвящалось выступление академика АН МССР А. Д. Урсула. Сегодня, подчеркнул он, уже совершенно очевидно, что среда обитания человечества в широком смысле слова — вся наша Вселенная. Не приходится сомневаться и в том, что с течением времени, по мере развития наших знаний, будут выявляться новые и новые аспекты взаимосвязи между человеком и процессами космического порядка. Между тем, отметил автор доклада, за редкими исключениями такие «земные» науки, как геофизика, геология, география, биология, экология, пока учитывают в своих исследованиях лишь факторы земного порядка и практически почти не принимают во внимание факторы космические. И это несмотря на то, что решение многих «земных» задач — геофизических и в особенности экологических — не может быть достигнуто без должного учета «космической

обстановки», космических условий нашего существования; несмотря на то, что наступает время, когда науки о Земле должны развиваться в тесном взаимодействии с наукой о Вселенной.

До сих пор, сказал А. Д. Урсул, наиболее универсальные законы мироздания, в том числе и закономерности космических процессов, изучались преимущественно физикой и астрофизикой. Но они исследовали эти законы, во-первых, в рамках своих специфических задач, а во-вторых, рассматривая сравнительно простые объекты неорганического мира. В настоящее же время возникает настоятельная необходимость осмысления этих законов на более высоком уровне, учитывающем степень организации материи, вплоть до процессов функционирования и развития общества. Вот тут и необходим синтез наук о Земле с физикой, астрофизикой и философией, то есть создание науки о космической среде нашего обитания.

Изучение взаимосвязи и взаимозависимости космических процессов и земных явлений, безусловно, принадлежит к числу наиболее актуальных направлений фундаментальных научных исследований. Выяснение закономерностей, о которых говорилось во многих выступлениях, чрезвычайно важно для самого нашего существования и, как следствие, для оптимальной организации нашей практической деятельности, придания ей интенсивного характера.

Прошедшие XX юбилейные чтения еще раз показали, что идеи великого теоретика космонавтики — К. Э. Циолковского не только не утратили своего познавательного значения, но и продолжают оставаться в русле актуальнейших концепций современной науки.

Новые книги

«Туманы служат человеку»

Так называется научно-популярная книга А. Г. Амелина, Е. В. Яшке и В. А. Калганова, посвященная одной из разновидностей природных аэрозолей (М.: Наука, 1985). Вообще аэрозолями называют дисперсные системы, состоящие из твердых и жидких частиц, взвешенных в газе (когда частицы твердые — это пыль, а когда они представляют собой мелкие капли жидкости — туман).

В книге восемь глав.

О том, как образуется туман в естественных условиях и создается в лаборатории, каковы его характеристики и способы их изучения, рассказывается в первой главе. Во второй — автор вводит читателя в круг проблем искусственного воздействия на туман и облака. Тема третьей главы — туман на службе здоровья. Здесь речь идет о целебном действии природных и искусственных туманов и вообще аэрозолей, их использовании в медицине, а также приборах, применяемых для ингаляций, дезинфекций, аэрозольной иммунизации.

Аэрозольные препараты в виде искусственного тумана помогают бороться с вредителями сельского хозяйства — насекомыми и сорняками, защищать животных от болезней и опасных бактерий. Эти вопросы обсуждаются в четвертой главе книги. Об использовании искусственных туманов в промышленности, научных исследованиях, в быту читатель узнает из пятой, шестой и седьмой глав. Восьмая заключительная глава посвящена проблеме аэрозолей в связи с защитой окружающей среды. Поддержание чистоты воздушного бассейна обеспечивают принятые в СССР предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных аэрозолей. За соблюдением этих норм установлен повседневный санитарный контроль.

Отступают ли земные ледники?

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
СИМПОЗИУМ
INTERNATIONAL
SYMPOSIUM



БАЛАНС МАССЫ,
КОЛЕБАНИЯ ЛЕДНИКОВ
И ЛЕДНИКОВЫЙ СТОК
THE GLACIER MASS BALANCE
FLUCTUATIONS AND RUNOFF

В начале октября 1985 года в Алма-Ате состоялся Международный симпозиум по изучению ледников. В столице Казахстана собралось около сотни специалистов-гляциологов, среди них гости из 15 стран. Тема симпозиума — «Баланс массы, колебания ледников и ледниковый сток». Вопросы эти имеют не только важное научное значение, но и напрямую связаны с практикой. В земных ледниках сосредоточено более 30 млн. км³ льда, это долговременные ресурсы пресной воды на планете. Для их рационального использования необходимо изучать колебания и массообмен ледников. При хозяйственном освоении горных районов изучение жизнедеятельности ледников имеет особое значение. Расчет, прогнозирование и регулирование ледникового стока здесь необходимы для орошения, строительства, проведения дорог, а также для разработки мер защиты от лавин и селей, нередко порождаемых таянием и подвжимками ледников. Во время работы симпозиума наш корреспондент Э. К. Соломатина взяла интервью у нескольких ведущих специалистов по ледниковедению.

Вопрос кандидату географических наук М. Б. Дюргерову (Институт географии АН СССР, Москва)

Проблема баланса массы ледников, как подчеркивалось во многих докладах на симпозиуме, основа основ ледниковедения. Но определить баланс массы с помощью прямых измерений на ледниках, кажется, не так просто. Прокомментируйте это, пожалуйста.

На языке научных терминов баланс массы — разность между веществом, накапливающимся круглый год в верховьях ледника (области аккумуляции, или питания), и веществом, потерянным в его нижних частях (области абляции, или расхода). Разность эта определяет буквально все — и движение ледника, и его колебания, и сток воды с него. Не зная величины

баланса массы, нельзя прогнозировать будущее состояние ледников, а значит, невозможен прогноз природной среды в целом, которому сейчас придается серьезное значение. Но дело в том, что прямые измерения на ледниках часто сопряжены с немалыми трудностями, да и ледников на Земле многие сотни тысяч. Более того, сейчас уже недостаточно изучать отдельные ледники, нужно переходить к целым ледниковым системам, если мы хотим понять, как действует сложный организм земной гляциосферы.

Как сказал в своем докладе советский ученый А. Н. Кренке, для того, чтобы сделать хотя бы самые общие выводы о режиме ледников только нашей страны по прямым наблюдениям, нужно вести такие наблюдения 200—300 лет. И поэтому приходится прибегать к косвенным методам определения тех или иных характеристик ледников. Но, применяя косвенные методы, мы

все же не освобождаемся от трудностей. Здесь мы, как говорится, «завязаны» с метеорологией. Поступление вещества на ледник определяется главным образом осадками — в основном снежными; расход вещества обуславливается более высокой температурой воздуха внизу. Данные же о температуре и осадках дают метеорологические станции. А число их недостаточно, особенно в горах, где условия погоды могут сильно меняться даже в пределах небольшого района и влиять на жизнедеятельность ледников. Дело еще больше осложняется, когда речь идет о прогнозе ледниковых параметров, потому что метеорологический прогноз — задача далеко еще не решенная.

Сейчас мы думаем над тем, как изучать режим ледников, не прибегая к метеорологическим данным, то есть решить задачу, так сказать, собственными гляциологическими средствами. Это в принципе воз-

можно. Граница сезонного снега, как и граница питания (линия, разделяющая на леднике бассейны аккумуляции и абляции), год от года имеет с балансом массы почти линейную связь. Наблюдения за перемещением границы снежного покрова на особо выбранном — репрезентативном — леднике системы, сделанные в течение одного года, равносильны 30—50-летним трудоемким работам на леднике. Во-первых, большая экономия времени, а во-вторых, исчезает зависимость от метеорологических данных. Этот новый, чисто гляциологический метод я изложил в своем докладе. Конечно, это только начало работы, но в принципе гляциологи могли бы получить неплохой инструмент для определения баланса массы ледников по аэрокосмическим снимкам — ведь снеговая линия хорошо просматривается из космоса.

Вопросы доктору У. Хеберли (Международная служба наблюдений за колебаниями ледников, Швейцария, Цюрих)

Судя по Вашему докладу, Международная служба наблюдений за ледниками, которой Вы руководите, располагает обширными материалами по гляциологии. Расскажите, как работает служба, каковы ее задачи.

Международная служба наблюдений за ледниками, основанная в 1960 году, действует под эгидой Международной комиссии снега и льда при ЮНЕСКО. В ее задачи входят сбор и систематизация данных о ледниках, которые мы получаем от научных учреждений различных стран. К нам поступает информация о балансе массы, колебаниях ледников и других гляциологических параметрах. Информация обрабатывается на ЭВМ, затем составляются резюме имеющихся данных. Каждые 5 лет служба выпускает книги, где обобщается накопленная информация.

Центр службы находится в Цюрихе.

Мы получаем научные сведения примерно о 700 ледниках мира, главным образом о ледниках северного полушария — в южном пока не налажены постоянные наблюдения. И недостаток этих материалов особенно ощущается сейчас, когда придается большое значение Программе всемирного мониторинга ледников. Для глобальной оценки их поведения необходимо начинать работы на новых ледниках, особенно в отдаленных районах, где раньше наблюдения не проводились.

Создается впечатление, что в настоящее время ледники преимущественно отступают, мир льда истощается. Но были доклады, в которых говорилось и об иной тенденции в развитии ледников. Каково Ваше мнение по этому вопросу?

Действительно, данные наблюдений баланса массы ледников свидетельствуют об отступании ледников в глобальном масштабе (баланс массы отрицательный, расход льда превышает массу, поступающую на ледник). Процесс этот начался еще в прошлом веке и продолжается во всех районах мира. Такая картина, кажется, соответствует широко распространенному сейчас среди климатологов мнению, что климат Земли становится теплее. А ледники — чувствительные индикаторы климата, они реагируют на потепление, сокращаясь в размерах. Однако намечается некая иная тенденция в их развитии. В последние годы возросло число стабилизирующихся и даже наступающих ледников. Такие случаи участились в Альпах, об этом же говорят и наблюдения на ледниках Китая. Правда, доля таких отклонений невелика. Поэтому пока трудно сказать определенно, как все это происходит в масштабе

Земли — для окончательного ответа нужны длинные ряды наблюдений.

Вопрос доктору географических наук Л. Д. Долгушину (Московский государственный университет)

Отдельный цикл составили на симпозиуме доклады, посвященные динамике ледников, изучению их пульсаций, катастрофических подвижек. Вас, как специалиста, имеющего большой опыт в этой области исследований, мне хотелось бы спросить, какие процессы сейчас находятся в центре внимания гляциологов, занимающихся пульсирующими ледниками, какие проблемы здесь решаются?

О ледниках, которые периодически быстро движутся, казалось бы, по неизвестной причине, ученые знали давно. Случаи таких внезапных подвижек были зафиксированы на Аляске, в Альпах, в Исландии, на Кавказе. И долгое время считалось, что это следствие каких-то внешних причин — землетрясений, обильных снегопадов, снежных лавин. В 1963 году на территории нашей страны произошла катастрофическая подвижка ледника Медвежий на Памире — об этом тогда много писали в прессе, — вызвавшая значительные разрушения в долине Ванча. В составе большой группы специалистов мне довелось несколько лет работать в данном районе, мы собрали фактический материал, относящийся к подвижке, в результате выяснились основные закономерности формирования той скоростной волны, которая вызвала эту подвижку. Оказалось, что причина пульсаций — в самом леднике. Регулярные наблюдения на леднике Медвежий дали нам возможность точно предсказать его следующую сильную подвижку — она, как



Се Зичу (КНР)
и В. С. Ревякин (СССР)

Фото Л. Ю. Коноваловой

мы и предполагали, произошла в 1973 году.

Изучение пульсирующих ледников становится неотложной задачей, особенно при хозяйственном освоении горных территорий. Там такие угрожающие ледники совершенно необходимо выделять из общей массы оледенения. Вся беда в том, что, внезапно и быстро спускаясь вниз по долине, они, как плотины, перегораживают горные реки, образуя подпрудные озера. Но ледяная плотина недолговечна, рано или поздно озера прорываются, и сильные паводки, захватывая огромные массы обломочного материала, вызывают в горах разрушительные сели.

Как накапливаются масса и энергия на пульсирующих ледниках и как происходит сама подвижка? Я и многие мои коллеги считаем, что схема процесса тут примерно следующая. В верховьях ледника постепенно концентрируются большие массы вещества, и когда напряжение в теле ледника становится выше прочности льда, он начинает крошиться, ломаться, вода с поверхности по трещинам и колдцам проникает на ледниковое ложе и, подобно смазке в шарикоподшипнике, ускоряет движение ледника. В результате огромные глыбы льда буквально срываются вниз по долине. Такова общая физическая картина подвижки. Но пока до конца не ясно, чем вызывается сам процесс, почему он происходит внезапно, где тот рубеж, тот момент, когда от спокойного состояния ледник переходит к резкой подвижке. Сейчас это главная проблема в изучении пульсирующих ледников. Гипотез на этот счет высказывается нема-

ло и некоторые из них обсуждались на симпозиуме. Интересна работа советских гляциологов А. Н. Саламатина и А. Б. Мазо. В их докладе содержалась некая попытка создать математическую теорию процесса подвижки. Внимание привлек и доклад французского ученого Л. Ллибутри. По наблюдениям одного из ледников на Аляске установлено, что большую роль в подготовке подвижки играет давление воды на ледниковом ложе.

В последнее время благодаря космической информации на Земле обнаружены многие сотни пульсирующих ледников. Они есть и в Арктике, и, возможно, в Антарктиде. Составляется специальный каталог пульсирующих ледников на территории Советского Союза, который позволит оценить их число, характеристики, выделить из них наиболее угрожающие.

Вопросы члену-корреспонденту АН СССР В. М. Котлякову [Институт географии АН СССР]

Несколько докладов симпозиума были посвящены связи режима ледников с климатом. Какова в общих чертах эта связь и к каким последствиям она приводит?

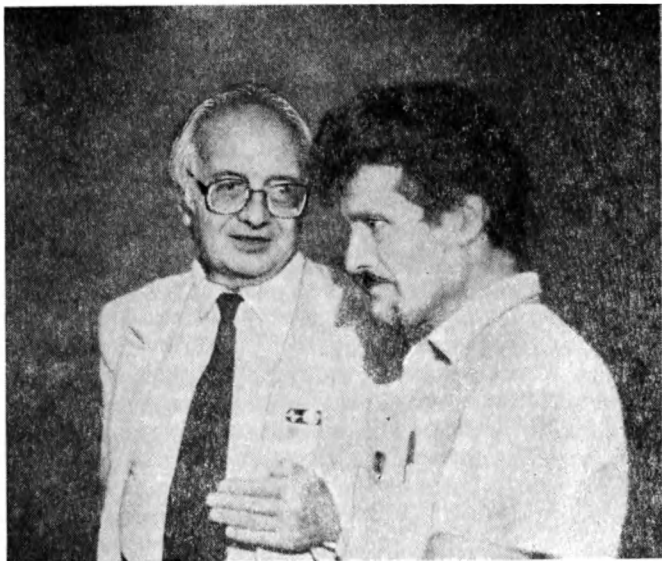
Ледники как природные тела сильно зависят от климата. Еще в прошлом веке им дали образное название — «термометры, приложенные к телу Земли». И действительно, даже небольшие изменения температуры и осадков вызывают колебания ледников. Все процессы на ледниках совершенно по-разному проходят в различных климатических условиях. Возьмем крайние примеры. Находящиеся в морском климате, близкие к источникам влаги альпийские или кавказские ледники получают обильные осадки, располагаются они довольно низко, а значит, «живут» при более высокой температуре воздуха. Это относительно теплые ледники, они сильно тают, содержат

много воды, массообмен в них идет энергично. Совсем другое дело — ледники в резко континентальном климате — на Тибете или в центральной части Средней Азии. На них падает мало осадков, поэтому располагаются они довольно высоко, а значит, в холодных условиях. Стаивают мало, двигаются медленно, оборот вещества сравнительно небольшой. Их температура ниже — это целиком промороженные «холодные» ледники.

Неоспорим факт, что ледники есть продукт климата. Но существует обратная связь: раз возникнув, они сами начинают влиять на него. Правда, это зависит от размера ледников. Часто спрашивают, почему климат южного полушария холоднее по сравнению с северным? Существует ряд традиционных объяснений, но ученые сейчас все глубже осознают, что дело тут в Антарктиде: около Южного полюса лежит колоссальный массив льда; отражая во вне огромную энергию, он охлаждает тем самым целое полушарие.

Большое значение сейчас придается гляциологическому прогнозу как составной части прогноза природной среды в целом. Как решается эта проблема?

В настоящее время разрабатываются основы и методы такого прогноза. Но здесь мы встречаемся со многими трудностями. Одна из них — учет антропогенного влияния на ледники, которое почти невозможно отделить от естественного. Кроме того, чтобы прогнозировать поведение ледников, нужно знать прогноз климатический. Однако сейчас не существует однозначного климатического прогноза. Среди ученых широко распространено мнение, что современный климат становится теплее. Считают, что средняя температура воздуха на Земле в течение нашего века выросла примерно на полградуса. А между тем на



Л. Ллибутри (Франция) и М. С. Красс (СССР)

Фото Л. Ю. Коноваловой

общем фоне деградации земного оледенения увеличилось число стабилизирующихся и наступающих ледников. Это, конечно, плохо увязывается с представлением о потеплении климата.

Потепление объясняется чаще всего «парниковым» эффектом, вызванным двуокисью углерода, накопившейся в земной атмосфере в результате хозяйственной деятельности человека. Но нельзя сбрасывать со счетов и другой эффект — возрастающее действие аэрозолей, которые, поступая в атмосферу, оказывают совершенно обратное влияние: не пропуская к земной поверхности солнечную радиацию, они тем самым приводят к понижению температуры воздуха. Как соотносятся эти два противоположных эффекта, пока неясно. И потому нельзя сказать определенно, какова сейчас тенденция изменения климата.

Учитывая все эти противоречия и неопределенности, а также трудоемкость прямых наблюдений на ледниках (а часто

и недоступность), мы вынуждены искать для гляциологического прогноза иные пути. Наша задача сейчас сводится к тому, чтобы найти способы прогноза на основе каких-то непрямых наблюдений. И такие возможности появились. Например, прогнозирование баланса массы ледников можно делать по наблюдениям высоты снеговой границы на них, которая хорошо видна из космоса. Космическая информация в принципе может дать неплохой метод гляциологического прогноза.

Вопросы профессору Се Зичу (Институт гляциологии и геохронологии Академии наук Китая, Ланьчжоу)

Каковы Ваши впечатления о симпозиуме?

У меня давние связи с Советским Союзом. В пятидесятые годы я учился в Московском университете, на географическом факультете. И после долгого перерыва вновь приехал в вашу страну. Впечатления о симпозиуме самые благоприятные. Я был счастлив встретиться со своими советскими коллегами, многих из них давно знаю заочно, слежу

за их работой по научным публикациям. Здесь мне предоставили возможность сделать доклад об исследованиях, которые ведут китайские гляциологи. С пользой для себя я обсуждал вопросы, волнующие сейчас наших ученых. Надо сказать, что во многом эти вопросы представляют взаимный интерес, важный и для Китая, и для Советского Союза.

Какие проблемы решает Институт гляциологии и геокриологии, директором которого Вы являетесь?

Наш институт был основан в конце 50-х годов, неоценимую помощь оказали нам тогда советские специалисты. До сих пор старейшие гляциологи Китая с благодарностью вспоминают Л. Д. Долгушина, он был приглашен консультантом по гляциологии и организовал несколько экспедиций на Тянь-Шань и в другие районы страны. Сейчас институт работает по программе, включающей почти все главнейшие проблемы ледниковедения. Это и баланс массы ледников, и их колебания, и ледниковый сток. Основная задача у нас сейчас — изучение водных ресурсов. В нашей стране не хватает воды, особенно в Западном Китае. А между тем в китайских ледниках сосредоточено около 5000 км³ льда. Это долговременные ресурсы пресной воды, но чтобы их рационально использовать, необходим научный подход. Мы налаживаем контакты с советскими специалистами и надеемся на совместную работу. Для этого есть все основания, ведь граница между нашими странами частично проходит по горным хребтам Тянь-Шаня и Алтая, где есть мощные ледники. Изучать их жизнедеятельность для оценки распределения водных ресурсов — наше общее дело, которое может принести взаимную выгоду.

Вопрос доктору физико-математических наук М. С. Красу [Институт механики МГУ]

Сейчас в гляциологии велик интерес к работам не только наблюдательным (зачастую обеспечивающим лишь качественные результаты), но и к тем, которые позволяют предвидеть решение той или иной проблемы теоретически. И здесь, конечно, на передний край выходит математическое моделирование ледниковых процессов. Расскажите, пожалуйста, о работах в этой области.

Можно сказать, что гляциология сейчас — одна из самых математизированных в цикле наук о Земле. Вероятно, потому, что тут очень давно стали применять количественные методы. Интересный и малоизвестный факт: понятие тензора в математике возникло именно в гляциологии. Еще в середине прошлого века английский ученый У. Гопкинс, изучая движение альпийского ледника Мер де Глас, понял, что не может описать его динамику старыми математическими терминами. Так было положено начало тензорного исчисления.

В гляциологии до недавнего времени решались простые задачи, их даже трудно назвать моделями, чаще всего они давали качественные результаты. Но теперь вопрос ставится по-другому: нужны результаты количественные, причем с необходимой степенью достоверности. И нужно не просто посчитать, что будет с тем или иным ледником, а выбрать оптимальный вариант, более того, дать колонку рекомендательных чисел для развития того или иного процесса, то есть сделать научно обоснованный прогноз. Здесь без математических моделей нового типа уже не обойтись.

В отделе механики природных процессов нашего института (отделом руководит доктор физико-математических наук С. С. Григорян и в нем работает один из ведущих советских гляциологов доктор

географических наук П. А. Шумский) было проведено численное моделирование гренландского ледникового покрова на 10 тысяч лет вперед. Оказывается, в прошлом ледниковый покров Гренландии вышел из состояния равновесия и до сих пор неуклонно сокращается по площади. Но в то же время растет его толщина. По расчетам, примерно через 800—1000 лет площадь его станет минимальной, и если климатические условия не изменятся, лед опять начнет распространяться. Все это изображено на картах, сделанных на основании наших расчетов.

Мы предполагаем также заняться моделированием антарктического ледяного покрова, хотя и понимаем, что эта работа намного тяжелее — ледяной массив Антарктиды никак нельзя сопоставить по площади с гренландским, к тому же здесь придется иметь дело с широкой гаммой различных условий, пока еще мало изученных.

В последнее время ученые получили довольно мощное средство прогноза — вычислительную технику. Но не так просто пройти длинный путь от природного процесса до компьютера. Для того, чтобы абстрактные математические модели наполнились конкретным содержанием, нужны достоверные исходные данные, качественный наблюдательный материал, ведь если информация недостоверная или «дырявая», никакая самая совершенная модель не в состоянии дать реальной картины развития тех или иных процессов на оледенениях. Сейчас происходит, если можно так выразиться, взаимное налаживание «дисциплины», возникает единая служба, задача которой — от получения исходной информации в естественных условиях перейти к созданию полноценных моделей ледниковых процессов, моделей, способных предсказывать все последствия таких процессов.



113 ИСТОРИИ
НАУКИ

Общенаучная революция: вклад Коперника

История научных идей никогда не может быть окончательно написана, так как она всегда будет являться отражением современного состояния научного знания в былом человечества. Каждое поколение пишет ее вновь. История биологии, написанная в эпоху Кювье, не может быть похожа на ту, которую даст последователь Дарвина. История физики, набросанная строгим приверженцем эфирной теории света, не будет одинакова с той, какую нарисует современный натуралист, проникнутый идеями о явлениях лучистых истечений. Человечество не только открывает новое, неизвестное, непонятное в окружающей его природе — оно одновременно открывает в своей истории многочисленные забытые проблески понимания отдельными личностями этих, казалось, новых явлений. Движение вперед обуславливается долгой, незаметной и неосознанной подготовительной работой поколений. Достигнув нового и неизвестного, мы всегда с удивлением находим в прошлом предшественников.

В. И. ВЕРНАДСКИЙ
«Памяти М. В. Ломоносова»,
1911 год.

Коперник — великий преобразователь астрономии

В 1985 году на протяжении нескольких месяцев в Институте истории естествознания и техники АН СССР работал американский историк науки профессор Амос Брюс Райтсмен. Вниманию читателей предлагается сокращенный вариант его выступления на общемосковском семинаре по истории астрономии в феврале 1985 года, а полный текст этой дискуссионной работы будет опубликован в XIX выпуске «Историко-астрономических исследований».

По проблеме, затронутой в статье профессора Б. Райтсмена, редакция попросила выступить на страницах журнала доктора физико-математических наук А. А. Гурштейна. Его статьей мы открываем дискуссию о роли Коперника в общенаучной революции.

Распространение идей Коперника в XVI веке представляет собой процесс, который, в частности, важен потому, что помогает понять возникновение и первоначальное развитие современной науки. Эпоху Коперника часто называют эпохой научной революции. Однако термин «революция» вызывает сомнение у всякого, кто внимательно изучил труд Коперника, понял, какие цели он перед собой ставил и на чем основывал доводы в пользу гелиоцентризма, а кроме того, знает, как, собственно, распространялись его идеи и как они воспринимались.

Все это вкуче с реформаторским духом XVI века подводит к мысли, что труд Коперника и первоначальное его воздействие точнее будет определять, как **коренное преобразование**

астрономической науки, а более эффективный термин «революция» приберечь для радикального развития его идей И. Кеплером, Г. Галилеем и Джордано Бруно в XVII веке.

Для обоснования этого тезиса требуется осветить исторический процесс первоначального распространения идей Коперника, их восприятие учеными — его современниками, а также следующим поколением ученых. Как будет показано ниже, все те, кто использовал труд Коперника или оценивал его, лишь за двумя исключениями, видели в нем именно реформу практической астрономии, а не революцию в космологии. Лишь на исходе XVI века новое поколение ощутило необходимость решительного выбора между соперничающими системами мира. В ре-



Любителям астрономии хорошо известна картина польского художника XIX века Войцеха Герсона. Сюжет картины: Н. Коперник выступает с лекцией в Ватикане перед папой римским Александром VI. Однако мало кто знает, что хотя этот сюжет является плодом воображения художника, на ней изображены реальные исторические личности — выдающиеся современники Коперника. Помимо папы Александра VI (1) на лекции присутствуют: Леонардо да Винчи (2), Микеланджело (3), Цезарь Борджиа (4), художник Пьетро Перуджино (5), архитектор Донато Браманте (6), писатель Бальдассарре Кастильоне (7)

зультате мы увидим, какой свет бросает исторический анализ на природу научного прогресса в этом важнейшем эпизоде

смены научных представлений.

Применение термина **реформа** к научным достижениям Коперника наводит на мысль о некоторой зависимости роста научных изысканий в тот период от политического и религиозного движения, вылившегося в протестантскую Реформацию. Историки XVII века отмечали определенную близость и связь этих двух важнейших движений. Однако связаны они еще более тесно, чем предполагалось прежде. Их соединяли узы социальные, поскольку и то и другое оформилось и поддерживалось в одной и той же университетской среде, и труд Коперника в XVI веке изучался, использовался и распространялся главным образом коллегами и студентами видных деятелей Реформации. Эти ученые создали влиятельную сеть обмена научной информацией, а также

определенную школу астрономической мысли, что в значительной мере повлияло как на восприятие коперниковских идей, так и на передачу их следующему поколению.

Довольно давно уже отмечалось, что самого Коперника вряд ли следует признавать революционером, тем не менее его труд наталкивает на выводы, которые позднее И. Кеплер, Г. Галилей и Джордано Бруно использовали для подлинной революционизации науки. Целью же Коперника было лишь обновление традиционной астрономии. Его методы и аргументация оставались традиционными, да и главная идея его гелиоцентрической системы — движение Земли — сама по себе новой не являлась. Совершенно новым для той эпохи было утверждение, что система эта космологически верна, и еще — стремление опереться в своих вы-

водах на философские и физические доводы. Впрочем, Коперник видел себя преобразователем астрономической науки, то есть он ставил целью исправить и улучшить астрономию, обратившись к классическим источникам античной традиции, и там отыскать философски более «чистые» модели и принципы, чтобы с их помощью обновить астрономию.

Коперник, как и многие его современники, замечал частые неувязки в традиционной астрономии и особенно огромное несоответствие между практической астрономией и физической теорией, объяснявшей движение планет. Между принципами аристотелевой физики и математической схемой Клавдия Птолемея, на которую опиралась тогда практическая астрономия, существовали неустраняемые противоречия. Беда заключалась в том, что птолемеевская схема в достаточной мере отвечала практическим нуждам астрономов (разработка календаря и т. п.), но только если игнорировались принципы Аристотеля, гласившие, что все небесные движения должны быть единообразными и круговыми с «надлежащими центрами» (какими-либо физическими телами). Поскольку согласовать эти требования можно было только с помощью условных добавлений вроде экванта и эпицикла, дилемма между физикой и астрономией привела к компромиссу (он нашел отражение в учебниках XV—XVI веков): астрономические модели рассматривались только как гипотетические усложнения, то есть как удобные математические модели, позволявшие манипулировать астрономическим материалом, но физически нереальные. Это

расхождение не удовлетворяло Коперника и толкало на поиски новой модели, что согласовалась бы с физическими принципами. Ее он нашел в античной традиции Аристотеля, Аристарха и пифагорейцев, исходя из которой получил гелиоцентрическую модель и пришел к выводу, что это отнюдь не еще одна гипотетическая схема, но **единственная** система, согласующаяся с установленными физическими принципами.

Однако и после того, как Коперник сделал свое открытие и написал свой труд, его теория могла бы не увидеть света, если бы к нему не приехал Георг Иоахим Рэтик (1514—1574), молодой профессор математики Виттенбергского университета, центра реформаторского движения в Германии. Рэтик прожил у Коперника в Польше почти два года, изучая и корректируя его рукопись. Он убедил Коперника не только разрешить опубликовать предварительное изложение его теории (*Narratio prima*, 1540 г.), но и снять копию с рукописи для опубликования в Германии. Рэтик, возможно, был единственным астрономом XVI века, который сумел оценить космологическое значение теории Коперника и поверил в ее истинность.

Рэтик вначале намеревался издать книгу в Виттенберге. Однако в Нюрнберге печатание научных книг было поставлено лучше, и Рэтик отправился туда. Впрочем, довольно скоро его пригласили в Лейпцигский университет, и он поручил надзор за изданием Андрею Осандеру, видному деятелю Реформации и ученому-любителю. Именно Осан-

дер сочинил и приложил к книге неподписанное «Письмо к читателям», в котором он хвалил труд Коперника и в то же время просил читателя не оскорбляться новизной коперниковской модели, а также излагал традиционный взгляд: астрономические модели и ранее всегда были гипотетичны и вовсе не должны быть истинными или хотя бы правдоподобными — лишь бы в них укладывался астрономический материал. Разумеется, осведомленный читатель мог без труда заметить расхождение во взглядах между Коперником и его издателем, но тут важно другое: никого в ученых кругах это письмо не смутило — во всяком случае не настолько, чтобы от этого сохранились какие-нибудь письменные следы. Профессиональных астрономов вроде Эразма Рейнгольда в Виттенбергском университете труд Коперника в первую очередь заинтересовал математическими таблицами и упрощенными планетными построениями (без экванта), космологическая же сторона оставила их почти (или вовсе) равнодушными. Да и в любом случае «Письмо» Осандера настроило бы их на привычный подход к астрономическим работам, когда все подобные модели рассматривались как чисто гипотетические. В этом нет ничего удивительного, если учесть состояние практической астрономии в ту эпоху. Тогда попросту не существовало ни интеллектуальной, ни социальной потребности принять новую теорию или отвергнуть ее. К тому же внимание большинства ученых той эпохи было обращено к следствиям политической и религиозной реформы.

Так современные Копернику

ученые восприняли его труд. Мы знаем, что в Виттенбергском университете многие не только его читали, но внимательно изучали и использовали содержащиеся в нем математические таблицы и планетарные построения, а также хвалили его в своих лекциях и учебниках, нигде сколько-нибудь серьезно не рассматривая эту теорию в космологическом плане. В том же духе они рекомендовали и объясняли труд Коперника своим студентам, что известно из дошедших до нас лекций и учебников этих последних, когда они в свою очередь заняли видные места на научной сцене.

Из современников Коперника, оказавших особенно заметное влияние на формирование отношения к его теории нового поколения студентов, представители которого со временем сами стали профессорами ведущих немецких университетов и служили математиками при дворах большинства немецких князей, наибольшую роль сыграли трое: Филипп Меланхтон (1497—1560) — один из лидеров Реформации, видный просветитель, ректор Виттенбергского университета; Эразм Рейнгольд (1511—1553) — профессор астрономии Виттенбергского университета, составивший новые астрономические таблицы, опираясь на труд Коперника, и Каспар Пейцер (1525—1604) — профессор математики, а впоследствии ректор Виттенбергского университета, автор двух посвященных Копернику трактатов.

Хотя в отличие от Рэтика никто из этих троих не поверил в теорию Коперника, они внесли значительный вклад в распространение его труда в

XVI веке. Они положили начало своего рода научной школе, считавшей, что астрономия существует совершенно отдельно от физики и космологии, и, таким образом, тесно связали имя Коперника с гелиоцентрической астрономией. В результате нам становится понятным и быстрое распространение идей Коперника, и то обстоятельство, что более полувека никого (за исключением Рэтика) аргументация Коперника не убедила, не встревожила и не вызвала потребности сокрушать ее или защищать.

Обратившись к поколению виттенбергских студентов, воспитанному этими учеными, мы найдем заметно большее число астрономов, которые, хотя и исповедовали те же консервативные взгляды, тем не менее прониклись новым интересом к космологическим положениям Коперника. Причиной послужили два знаменательных астрономических явления в семидесятых годах XVI века — вспышка сверхновой в 1572 году и яркая комета 1577 года, они вызвали серьезные сомнения в верности общепринятых представлений о строении Вселенной. Эти два явления, подробно рассматривавшиеся в книгах и переписке, вынудили следующее поколение — поколение Джордано Бруно, Тихо Браге, Кеплера, Галилея — сделать выбор между моделями Коперника и Птолемея. Настало время для создания и принятия новых представлений о Вселенной. Почва для научной революции была благоприятно подготовлена.

Профессор АМОС БРЮС
РАЙТСМЕН
Перевод с английского
П. С. ГУРОВА

Коперник — предвестник общенаучной революции

История науки наглядно свидетельствует о неравномерном характере ее прогресса: эпохи сравнительно спокойного развития сменяются периодами стремительных взлетов научного творчества. Некоторые из этих периодов «бури и натиска», для них, в частности, свойственно коллективное освоение сообществом ученых принципиально новых фундаментальных взглядов, получили название **научных революций**. Интерес к проблеме научных революций как важнейшим переломным моментам развития науки традиционен и характерен для марксистско-ленинской философии. Вспомним высказывание Ф. Энгельса из «Диалектики природы», что «революционным актом, которым исследование природы заявило о своей независимости и как бы повторило лютеровское сожжение папской буллы, было издание бессмертного творения, в котором Коперник бросил — хотя и робко, и, так сказать, лишь на смертном одре — вызов церковному авторитету в вопросах природы» (Маркс К., Энгельс Ф., Соч., 2-е изд., т. 20, с. 340).

Научным революциям посвящено огромное количество отечественной и зарубежной литературы. Эта тема не сходит со страниц научной периодической печати. Например, в №№ 7—8 журнала «Вопросы философии» за 1985 год были помещены очень интересные материалы «Круглого стола»

по проблеме «Сущность и социокультурные предпосылки революций в естественных и технических науках». Определенные успехи в общеполитическом диалектико-материалистическом решении ряда узловых аспектов данной проблемы делают актуальными исследования по истории частных научных дисциплин, включая астрономию. С этой точки зрения статья американского историка науки Амоса Брюса Райтсмана заслуживает особого внимания. В результате анализа богатого исторического материала он пришел к ряду принципиальных выводов, выходящих далеко за рамки одной только истории астрономии. Они касаются наиболее общих проблем современного науковедения.

Для лучшего понимания взглядов профессора Райтсмана нелишне напомнить, что советский исследователь Н. И. Родный уже давно предлагал рассматривать научные революции трех различных уровней: **глобальные научные [общенаучные] революции, революции в отдельных фундаментальных науках и «микрореволюции» в локальных областях знаний** («Очерки по истории и теории естествознания», М.: Наука, 1975, с. 196—197). Исходя из такой классификации, нельзя не согласиться с Б. Райтсменом, что использование понятия «коперниканская революция» связано со значительными методологическими трудностями.

Великий польский астроном Н. Коперник был предвестником **грядущей общенаучной революции**, социальные условия для которой в середине XVI века еще не созрели. Радикально преобразовав практическую астрономию, Копер-

ник совершил революцию в этой фундаментальной науке. В дальнейшем его гелиоцентрическая картина мира стала краеугольным камнем общенаучной революции начала XVII века, символами ее по праву служат подвижническая деятельность Дж. Бруно, И. Кеплера, Г. Галилея.

Но, занимаясь проблемами научных революций, непросто упускать из виду, что наука отнюдь не сводится к совокупности научных знаний. Наука — это в первую очередь специфический вид духовной деятельности, неразрывно связанный с социально-историческими условиями. Хотя наука имеет своей задачей постижение объективной истины, которая не зависит ни от конкретного человека, ни от всего человечества, носитель науки — человек — не может существовать вне общества. Историческая ограниченность науки прямо связана с ограниченностью общественной практики человечества на данном этапе его социально-экономического развития. Рассматривая науку в социально-историческом аспекте мы обязаны констатировать, что в общенаучных революциях большую роль играют их глубокие социальные корни. И лишь революции в отдельных научных дисциплинах, которые выделяются по изменению содержания научного знания, связаны, как правило, с деятельностью определенного выдающегося ученого.

Сводить, однако, научный подвиг Коперника единственно к преобразованию частной науки астрономии было бы неоправданным и незаслуженным принижением значения гелиоцентризма. С другой стороны,

придавать «революционному акту» Коперника значение общенаучной революции неправомерно из-за отсутствия в его эпоху надлежащих социальных условий для восприятия революционной стороны учения Коперника.

Нам представляется единственно корректным выходом (точно так давно поступают историки применительно к революциям социальным) отказаться от попыток персонификации общенаучных революций. Этот отказ, кстати сказать, вполне соответствует марксистско-ленинской точке зрения на роль личности в истории. Таким образом, можно согласиться с позицией Б. Райтсмана, что общенаучная революция конца XVI — начала XVII столетий имела среди своих гениальных предвестников великого Коперника и нашла ярких выразителей в лице таких ученых, как Дж. Бруно, И. Кеплер, Г. Галилей.

Профессор Райтсмен знакомит читателей с малоизвестным фактическим материалом об отношении различных деятелей Реформации к великому труду Коперника. Следует обратить внимание, что в марксистской исторической литературе последних лет выполнено углубленное исследование противоречивого и исключительно важного периода религиозной Реформации. Не случайно в 1984 году издательство «Молодая гвардия» массовым тиражом выпустило биографическую книгу «Непобежденный еретик» о Мартине Лютере. В предисловии к ней академик Т. И. Ойзерман подчеркивает: сущность Реформации «не исчерпывается тем, что непосредственно подразумевается самим словом, то есть рефор-



мой, переустройством тогдашней церкви. Реформация как массовое народное движение подорвала духовную диктатуру папства, нанесла внушительный удар по церковному феодализму и активизировала повсеместное недовольство мирским феодальным господством. Она проложила путь новым этическим, юридическим и практико-экономическим воззрениям, которые соответствовали формирующимся капиталистическим отношениям.

Возрождение и Реформация различны по своему культурному облику: их деятели подчас относятся друг к другу с непримиримой враждебностью. И все-таки это лишь различные исторические выражения одного и того же социально-экономического процесса: революционного рождения буржуазного общества. Оба они образуют пролог к великим классовым битвам XVII—XVIII столетий».

Хочется думать, что по всей совокупности изложенных нами обстоятельств дискуссионная статья Б. Райтсмана найдет в «Земле и Вселенной» широкий круг заинтересованных читателей. Важно и то, что расширение научных связей между советскими и американскими учеными, обмен публикациями по актуальным и дискуссионным проблемам, более близкое знакомство с научными позициями друг друга становятся реальным вкладом и в улучшение политического климата, в воплощение «духа Женевы».

Доктор физико-математических наук
А. А. ГУРШТЕЙН

Извержение Невадо-дель-Руиса

В ночь на 13 ноября 1985 года два мощных взрыва потрясли окрестности вулкана Невадо-дель-Руис, самого северного из семи вытянутых в линию вулканов на западе Колумбийских Анд. Раскаленные вулканические продукты мгновенно растопили лед и снег на вершине горы, вода смешалась с пеплом и мелким обломочным материалом, образовав лахары — селевые потоки вулканического происхождения. Лахары скатились вниз по склонам, неся камни и огромные глыбы льда, рыхлый пепел, вырванные с корнем деревья. Особенно мощным был поток, сошедший по восточному склону в ущелье реки Лагунилья, а затем обрушившийся на город Армеро и полностью уничтоживший его. Почти все жители этого небольшого города погибли.

Еще в ноябре 1984 года в этом районе начались локальные подземные толчки; с января 1985 года наблюдались выходы газовых струй из расщелин на склонах, а у самой вершины стали откладываться сольфатарные соли, что обычно свидетельствует о росте вулканической активности. Все эти сведения были сообщены колумбийским властям, но они не приняли должных мер.

Готовясь к возможному катастрофическим событиям, международная группа специалистов, включающая сотрудников Отдела помощи при катастрофах, функционирующего в рамках ООН, а также специалистов Швейцарского управления по стихийным бедствиям, Управления геологической съемки США и нескольких научных учреждений южноамериканских стран, ус-

тановила вокруг вулкана сеть из пяти сейсмометров, регистрировавших по несколько подземных толчков в сутки.

В октябре 1985 года эта международная группа составила карту «вулканического риска», охватывавшую окрестности Невадо-дель-Руиса. Указывалось, что в случае крупного извержения вероятность возникновения селевых потоков — 75 процентов. Карта и разработанный швейцарским геофизиком Б. Мартинелли план эвакуации населения поступили в распоряжение центральных властей за 5 суток до извержения. Точной даты предстоявшего извержения специалисты, разумеется, назвать не могли, чем, очевидно, и объяснялось бездействие властей...

С точки зрения тектоники плит, этот район Южной Америки представляет собой место стыка трех плит земной коры — Карибской, Кокос и Наска — с Южноамериканской плитой. Отделяющий плиту Кокос от Наска Галапагосский рифт — активный центр спрединга, или растяжения дна Тихого океана. К югу от него по дну проходит подводный желоб, свидетельствующий о процессе субдукции — погружении океанической плиты земной коры в Андской зоне. Все эти процессы должны неизбежно сопровождаться мощными сейсмическими и вулканическими явлениями, извержение Невадо-дель-Руиса — одно из них.

Район бедствия посетил известный вулканолог Гарун Тазиев — министр по делам природных и промышленных катастроф Франции. Он считает, что не исключена возможность повторения катастрофических событий, если произойдет новый выброс вулканических материалов и они достигнут сохранившейся части ледника на вершине горы.

New Scientist, 1985, 103, 1433



Новые названия астероидов

КАК ПРИСВАИВАЮТСЯ ИМЕНА АСТЕРОИДАМ

Ежегодно астрономы разных стран открывают несколько десятков малых планет, которым по традиции кроме порядковых номеров дают и собственные имена.

В прошлом малым планетам присваивали имена, взятые из античной мифологии. Когда этот источник оказался основательно исчерпанным, в поясе астероидов появились названия земных городов, рек, стран, имена исторических деятелей, героев Великой Отечественной войны, ученых, писателей, композиторов. Долгое время существовало правило называть малые планеты женскими именами, и нередко названия образовывались от мужских имен присоединением окончаний женского рода (Спиридония, Амундсеня и т. д.). Только отдельные астероиды, резко выделявшиеся среди других особенностями движения, получали мужские имена. Теперь этому правилу следуют редко. Традиции соблюдают только в отношении названий двух групп малых планет: самым близким к Солнцу малым планетам, захватившим внутрь орбиты Земли, дают имена мифических героев из окружения бога Солнца, а наиболее далеким, движущимся вблизи точек либрации

системы Солнце — Юпитер, — имена участников троянской войны из древнегреческой мифологии.

В последнее время комиссия № 20 Международного астрономического союза (МАС) «Положения и движение малых планет, комет и спутников» и Международный центр по малым планетам внесли ряд изменений в существовавший ранее порядок присвоения названий малым планетам.

Когда новой малой планете дается постоянный номер, открывший ее астроном получает право предложить для нее название, но оно обязано удовлетворять определенным условиям. Прежде всего имя должно заметно отличаться от уже существующих, чтобы не вносить путаницы. Четко ограничена предельная длина названия — она не должна превышать шестнадцать знаков, включая пробелы и дефисы, если имя составное. Предлагаемое название должно также соответствовать общей политике наименований Рабочей группы МАС по номенклатуре объектов Солнечной системы. Однако последнее требование никогда не выполнялось строго. Правила номенклатурной группы, например, запрещают называть детали на поверхности тел Солнечной системы в честь политических и религиозных деятелей, а также в честь людей, которые в настоящий

момент живы и имеют возраст меньше ста лет. На имена малых планет долгое время эти ограничения не распространялись. В материалах комиссии № 20 и Международного центра по малым планетам неоднократно отмечалось, что при выборе названий не должно быть ограничений по политическим и религиозным мотивам. Немало таких имен беспрепятственно было утверждено Планетным центром, так же как и большое количество названий в честь ныне живущих ученых, в первую очередь астрономов, деятелей различных областей культуры и просто людей, связанных с первооткрывателями узами родства или дружбы (Земля и Вселенная, 1984, № 2, с. 79.— Ред.).

На XVIII конгрессе МАС в 1982 году прежний порядок утверждения названий малых планет был изменен. Если раньше новые имена утверждал Международный центр по малым планетам (фактически единоличным решением его директора), то теперь предложенное имя обсуждается и утверждается специальным «Комитетом трех», в который входят президент и вице-президент комиссии № 20, а также директор Международного центра по малым планетам. В качестве компромисса между требованиями Рабочей группы по номенклатуре тел Сол-

нечной системы и прежними традициями Международного центра по малым планетам «Комитет трех» принял правило, разрешающее утверждать названия в честь живущих сейчас астрономов, писателей и других людей, но предъявляющее строгие требования к наименованиям военного и политического характера — они не должны приниматься, пока не пройдет 100 лет со дня смерти людей, которым посвящены эти названия, или со дня отмеченных в названии событий.

Предлагаемые имена утверждаются не сразу — должно пройти по крайней мере два месяца с момента присвоения номера новой малой планете. В том случае, когда постоянный номер получает давно открытая малая планета, а ее первооткрывателя уже нет в живых, право предложить название предоставляется обсерватории, на которой малая планета была открыта, или вычислителю, определившему ее орбиту. Может предложить название и наблюдатель, получивший данные, необходимые для окончательного определения орбиты малой планеты. В таком случае между моментом присвоения малой планете постоянного номера и утверждением ее названия должно пройти не менее шести месяцев. Эта отсрочка введена для того, чтобы наиболее объективно оценить вклад различных претендентов на название. Если малая планета, получившая постоянный номер, в течение 10 лет остается без имени, ее первооткрыватель теряет свой приоритет и Международный центр по малым планетам оставляет за собой право назвать ее.

Официальным утверждением имени новой малой планеты служит публикация в циркуляре Международного центра по малым планетам, где помимо названия дается краткое его пояснение.

Международный центр по малым планетам с первых послевоенных лет находился при обсерватории в Цинциннати (США) и работал под руководством профессора Поля Хергета. С 1 июля 1978 года функции Планетного центра перешли к Смитсоновской обсерватории (США). Руководит центром доктор Брайен Марсден — известный специалист по исследованию движения комет и малых планет.

В последнее время утверждены названия очередной группы новых астероидов. Из 26 малых планет, имена которых приведены в февральском выпуске циркуляра Планетного центра, 15 обнаружены кандидатом физико-математических наук Николаем Степановичем Черных на Крымской астрофизической обсерватории АН СССР в результате регулярных фотографических наблюдений неба с помощью двойного 40-сантиметрового астрографа.

КАКИЕ ЖЕ ИМЕНА ПОЛУЧИЛИ НОВЫЕ МАЛЫЕ ПЛАНЕТЫ?

Название малой планеты **2389 Дибай** посвящено памяти советского астрофизика, профессора Московского университета Эрнста Апушевича Дибая (1931—1983). Длительное время (с 1961 по 1977 годы) он возглавлял Южную станцию ГАИШа (в Крыму), работал в тесном контакте с учеными Крымской астрофизической обсерватории АН СССР.

Основными направлениями его исследований были изучение диффузных туманностей и областей, связанных с образованием звезд; исследование активных ядер галактик и квазаров. Опытный наблюдатель, владеющий в совершенстве самыми различными методами астрофизических исследований, Э. А. Дибай одновременно был блестящим теоретиком. Он получил спектры нескольких сотен сейфертовских галактик и галактик Маркаржана, открыл десятки новых галактик с активными ядрами, внес большой вклад в понимание физических процессов в этих необычных объектах.

Малая планета **2402 Сатпаев** названа в честь известного советского ученого в области геологии, президента Академии наук Казахской ССР, действительного члена Академии наук СССР Каныша Имантаевича Сатпаева (1899—1964) — видного организатора науки, много сделавшего для развития астрономии в Казахстане.

Выдающемуся советскому ученому, крупнейшему организатору советской науки, государственному и общественному деятелю, президенту Академии наук СССР, трижды Герою Социалистического Труда академику Анатолию Петровичу Александрову посвящена малая планета **2711 Александров**. С его именем связано развитие многих важнейших направлений современной науки — физики твердого тела, ядерной физики, гидрофизики, физических основ энергетики, использования сверхпроводимости. Как президент Академии наук СССР А. П. Александров внес большой вклад в общий прогресс советской науки, совершенствование

форм ее организации, развитие новых перспективных направлений.

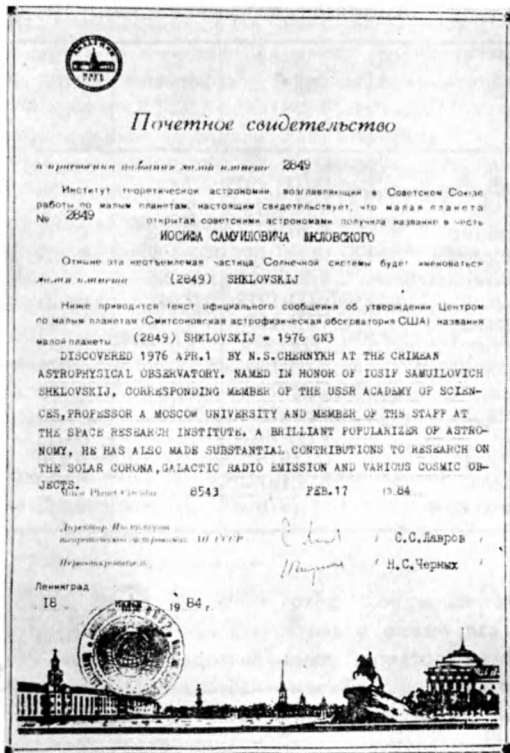
Малые планеты 2836 Соболев и 2849 Шкловский носят имена видных представителей советской школы теоретической астрофизики.

Герой Социалистического Труда академик Виктор Викторович Соболев — один из создателей современной теории переноса лучистой энергии в атмосферах звезд и планет. Он разработал теорию лучистого равновесия в движущихся оболочках звезд, создал оригинальный метод решения сложнейшей задачи — расчета эмиссионных спектров газовых оболочек с большими градиентами внутренних скоростей, выполнил детальное исследование сложных эмиссионных спектров звезд различных типов. В настоящее время этот метод лежит в основе интерпретации практически всех наблюдающихся на небе объектов с эмиссионными линиями. В. В. Соболев разработал современную теорию диффузии излучения, нашедшую практическое применение в астрофизике, физике океана и атмосферы Земли. В. В. Соболев получил ряд важных результатов, исследуя природу оптической эмиссии звездных вспышек, физические процессы, протекающие в газовых туманностях и оболочках новых звезд.

Профессор Московского университета и сотрудник Института космических исследований АН СССР, член-корреспондент АН СССР Иосиф Самуилович Шкловский (1916—1985) — был одним из ведущих советских астрофизиков (Земля и Вселенная, 1985, № 4, с. 44.— Ред.). Он развил теорию сол-

нечной короны, объяснил механизм образования высокой температуры вещества в короне, сделал расчет интенсивности радиолинии водорода с длиной волны 21 см и доказал принципиальную возможность наблюдать излучение межзвездного водорода на этой длине волны с помощью существовавших тогда радиотелескопов. Впоследствии метод стал одним из самых эффективных способов исследования структуры Галактики. Иосиф Самуилович высказал предположение о синхротронной природе радиоизлучения Крабовидной туманности. Этот же

механизм дал возможность в дальнейшем объяснить природу галактических и внегалактических радиоисточников и многих других астрофизических объектов. И. С. Шкловский предсказал возможность генерации линий в сантиметровом и дециметровом диапазонах атомами и молекулами межзвездной среды, дал первое теоретическое обоснование наблюдаемой переменности радиоисточников, внес существенный вклад в изучение планетарных туманностей и предложил принципиально новый способ определения расстояний до них.



Почетное свидетельство о присвоении малой планете № 2849 имени известного советского астрофизика Иосифа Самуиловича Шкловского

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НОВЫХ МАЛЫХ ПЛАНЕТ

Малая планета	Дата открытия	Большая полуось, а. е.	Эксцентриситет	Наклон к эклиптике, град.	Период обращения, годы	Звездная величина, m	Диаметр, км
2389 Дибай	19.VIII.1977	2,445	0,230	7,79	3,82	17,2	7
2402 Сатпаев	31.VII.1979	2,223	0,130	5,17	3,31	15,7	11
2420 Чюрлёнис	3.X.1975	2,562	0,131	14,65	4,10	17,0	8
2585 Ирпедина	21.VII.1979	2,427	0,233	6,00	3,78	16,5	9
2625 Джек Лондон	2.V.1976	2,196	0,141	4,46	3,25	16,1	8
2626 Белника	8.VIII.1978	2,849	0,025	1,49	4,81	16,6	14
2627 Чурюмов	8.VIII.1978	3,116	0,167	2,50	5,50	17,1	14
2646 Абетти	13.III.1977	3,016	0,093	9,68	5,24	16,4	17
2711 Александров	31.VIII.1978	3,009	0,093	10,25	5,22	16,6	16
2776 Байкал	25.IX.1976	2,367	0,176	4,77	3,64	16,6	8
2777 Шукшин	24.IX.1979	2,371	0,090	4,91	3,65	16,6	8
2785 Седов	31.VIII.1978	2,873	0,043	1,44	4,87	16,7	14
2786 Гриневия	6.IX.1978	2,606	0,176	13,28	4,21	16,4	12
2836 Соболев	22.XII.1978	3,003	0,090	9,67	5,20	16,2	19
2849 Шкловский	1.IV.1976	2,566	0,012	6,79	4,11	16,7	10

Открытые на одной фото-пластинке две малые планеты Н. С. Черных посвятил двум астрономам, которых объединяет с ним не только общее дело, но и многолетняя дружба. Малая планета **2626 Белника** названа в честь Беляева Николая Алексеевича — старшего научного сотрудника Института теоретической астрономии АН СССР, астронома, внесшего значительный вклад в исследование эволюции кометных орбит. Малая планета **2627 Чурюмов** названа по имени Клим Ивановича Чурюмова — старшего научного сотрудника кафедры астрономии Киевского университета, известного наблюдателя и исследователя комет.

Наблюдениями малых планет занимаются не только профессиональные астрономы. Есть ряд любителей, которых привлекает эта трудная для непрофессионала область астрономии. Одна из любительских обсерваторий, занимающихся наблюдениями малых планет и поисками новых объ-

ектов в поясе астероидов, — итальянская обсерватория Сан Витторе в Болонье. Результаты наблюдений итальянских любителей регулярно публикуются в циркулярах Международного центра по малым планетам. 19 марта 1982 года на обсерватории Сан Витторе была обнаружена малая планета, получившая предварительное обозначение 1982 FB. Уверенные, что они открыли новую малую планету, астрономы-любители обратились к директору Международного центра по малым планетам с предложением назвать ее **Абетти** — в честь двух известных итальянских астрономов: Антонио Абетти (1846—1928) и его сына Джорджо Абетти (1882—1982). В свое время отец и сын Абетти были директорами астрофизической обсерватории Асига и внесли большой вклад в исследования малых планет, физики Солнца и историю астрономии. Как оказалось в результате вычислений, выполненных Б. Марсденом, найденная итальянскими любителями

астрономии малая планета 1982 FB была открыта еще за 5 лет до того, 13 марта 1977 года, сотрудником Крымской астрофизической обсерватории Н. С. Черных. Когда этой малой планете дали постоянный номер **2646**, руководитель группы итальянских наблюдателей Эрмес Коломбини обратился к первооткрывателю с просьбой назвать планету **Абетти**. Н. С. Черных ответил согласием. Так одна из малых планет, открытых в нашей стране, получила итальянское имя.

Малая планета **2785 Седов** названа в честь Георгия Яковлевича Седова (1877—1914) — выдающегося исследователя Арктики, участника и непосредственного организатора ряда крупных экспедиций в Северный Ледовитый океан. Он руководил экспедицией в устье реки Колымы, обследовал Крестовую Губу на Новой Земле. В 1914 году на собственные средства он организовал экспедицию и предпринял отважную попытку достичь Северного полюса на собачь-

их упряжках. Но смелой и дерзкой идее не суждено было осуществиться. Г. Я. Седов погиб, не дойдя до острова Рудольфа. Теперь имя отважного полярника носит одна из малых планет Солнечной системы.

Противоборству мужественных людей с суровой природой Севера посвящены многие произведения Джека Лондона (1876—1916). Именем этого выдающегося американского писателя, книги которого завоевали всемирное признание и любовь, названа малая планета **2625 Джек Лондон**.

Еще двум новым малым планетам даны имена писателей.

В память о выдающемся советском актере и кинорежиссере, писателе, заслуженном деятеле искусств РСФСР Василии Макаровиче Шукшине (1929—1974) названа малая планета **2777 Шукшин**.

Романтические произведения русского советского писателя Александра Грина (Александра Степановича Гриневского, 1880—1932), проникнутые гуманистической верой в высокие нравственные качества человека, любимы многими и многими читателями. В честь его малая планета **2786** получила имя **Гринева**.

Одна из малых планет посвящена выдающемуся литовскому живописцу и композитору Микалоюсу Константино-

вичу Чюрленису (1875—1911), немало произведений которого связано с космической темой. Имя его дано малой планете **2420 Чюрленис**.

Названия двух планет связаны с Иркутской областью, где первооткрыватель Н. С. Черных провел свои юношеские годы. Малая планета **2585 Ирпедина** посвящена Иркутскому педагогическому институту и всем друзьям студенческих лет первооткрывателя. Именем уникального озера, жемчужины сибирской природы названа малая планета **2776 Байкал**.

Капризы погоды (1984—1985 годы)

Речь пойдет о таких атмосферных явлениях, как тропические циклоны, смерчи, шквалы, сильные ливни, приводящие к наводнениям, необычайно обильные снегопады. По масштабам производимых разрушений первое место среди них занимают тропические циклоны. Эти исключительно интенсивные вихри зарождаются в тропических широтах и сопровождаются ураганными ветрами и опустошительными грозовыми ливнями. Возникая над водной поверхностью (в северном полушарии они обычно появляются с мая по октябрь), тропические циклоны проходят все стадии своего развития именно над океаном. Лишь немногие вырываются на сушу или проходят вблизи побережья, но даже эти немногочисленные вихри приносят огромный ущерб.

Чаще всего воздействию тропических циклонов (тай-

фунов) подвергаются районы Юго-Восточной Азии и островов западной части Тихого океана, в Атлантике — острова Карибского моря и юго-восточное побережье США. Почти ежегодно тайфуны — правда, уже в ослабленном виде — достигают дальневосточного побережья нашей страны.

Если говорить о сезоне тайфунов 1984 года, то первым в начале июня вблизи берегов Вьетнама зародился тропический шторм «Вернон», который принес с собой сильные дожди. За ним последовали «Уинн» и «Алекс», они прошли у острова Тайвань, «Бети» пересекла остров Лусон (Филиппины). Все эти циклоны не достигли стадии тайфуна. Очень мощный тайфун



«Ике» обрушился на южную часть Филиппин в начале сентября. Скорость ветра достигала 50 м/с; в результате наводнений и оползней, вызванных тайфуном, пострадали тысячи людей. «Ике» оказался одним из самых разрушительных тайфунов за последние десятилетия. Миновав Филиппины, он через трое суток достиг юго-восточного побережья Китая, куда также принес немалые бедствия. Вместе с тайфуном «Джуна» он разрушил около сорока тысяч домов, уничтожил урожай сельскохозяйственных культур на более чем ста тысячах гектаров.

В конце сезона тайфунов — в начале ноября 1984 года — южную часть Филиппин пересек тайфун «Агнесса», сравнимый по интенсивности с тайфуном «Ике» и принесший крупные разрушения. На востоке Тихого океана из зародившихся там тропических циклонов лишь немногие приближались к полуострову Калифорния. Это циклоны «Мери», «Норберт», «Одали». В Атлантике, у побережья

Флориды, бушевали ураганы «Диана», «Исидор». Вдоль берегов США в октябре прошел мощный ураган «Жозефина».

Второе место по разрушительным последствиям среди атмосферных явлений занимают смерчи. Эти возникающие в грозовых облаках вихри существенно меньше тропических циклонов: их средний диаметр — десятки метров, а зона действия простирается до нескольких километров. Однако скорость вращения воздуха в воронке чрезвычайно высока, что создает исключительно низкое давление в центре вихря. Сочетание двух этих факторов — большой скорости вращения воздуха и низкого давления в центре — и определяет большую разрушительную силу смерчей.

«Излюбленный» район возникновения смерчей (торнадо) — южные и восточные штаты США. В среднем над этой территорией ежегодно проносятся около 700 торнадо. В апреле 1984 года их здесь было зарегистрировано около 450. В нашей стране в июне 1984 года смерчи зародились над Ивановской, Калининской, Ярославской, Костромской областями. Наибольшие разрушения смерч произвел в районе города Иванова (Земля и Вселенная, 1985, № 5, с. 29. — *Ред.*). За последние сто лет такие сильные смерчи в Восточной Европе не наблюдались.

Летом 1984 года смерчи пронесли и в других районах северного полушария Земли. В начале июня сильный смерч обрушился на пригороды Хайфона — крупнейшего порта Вьетнама. В результате стихийного бедствия были разрушены жилые дома, пострадали сельхозугодья, нанесен ущерб рыболовецким судам.

Весьма контрастной была погода в 1984 году в Западной Европе. В начале июня необычайно холодно на Апеннинском полуострове. В горных местностях здесь прошли обильные снегопады, а на омывающих полуостров морях бушевали жестокие штормы.

В то же самое время в Чехословакии и Югославии было очень жарко, термометр показывал 36—37° С. После самой холодной за последние сто с лишним лет зимы, на Японских островах летом 1984 года начались проливные дожди, что привело к затоплению центральной части острова Хонсю.

Зима 1984—1985 года на огромных пространствах Евразии и Северной Америки выдалась чрезвычайно холодной. Волна холода достигла северных районов Индии и средиземноморского побережья Африки. Впервые за последние десятилетия высокие снежные сугробы парализовали городское движение в Риме и других городах Италии; сильные морозы и снегопады отмечались и в других странах.

В сезон тайфунов 1985 года на западе Тихого океана отмечалось множество мощных тропических циклонов, в августе 1985 года они один за другим обрушивались на густонаселенные районы Юго-Восточной Азии и даже достигали территории СССР. Первым в этой серии был тайфун «Ирма», прошедший вдоль восточного побережья Японии вблизи Токио. Затем четыре тайфуна «Джеф», «Кит», «Ли» и «Мэйми», передвигаясь примерно по одной и той же траектории, приносили проливные дожди и ураганные ветры на полуостров Корея. В дальнейшем зона сильных дождей распространилась на Приморский край, захватила юг Хабаровского края и остров Сахалин. За сутки здесь выпадало более половины месячной нормы осадков. Потоки воды хлынули на поселки, поля и дороги. В последние дни августа тайфуны «Одесса» и «Пэт» пронесли над южной Японией, а до конца сезона еще три активных тайфуна вышли на побережье Китая, Кореи и Филиппин.

В Атлантическом океане из четырех ураганов наиболее разрушительными были два. Ураган «Елена» нанес в начале сентября значительный ущерб побережью Флориды;

ураган «Глория», пройдя в конце месяца вдоль восточного побережья США, а затем вблизи Исландии, превратился в огромный циклон умеренных широт. В сентябре 1985 года циклоническая деятельность в тропической зоне северного полушария стала слабее — возникло всего 10 циклонов (при норме 14).

В результате действия смерчей, обрушившихся в июне 1985 года на американские штаты Пенсильвания и Огайо, 16 округов были объявлены районами бедствия. Погибло не менее 75 человек и около 700 были тяжело ранены. Полностью разрушило сотни домов, общий ущерб оценивается в сотни миллионов долларов.

В октябре 1985 года тайфун «Сесиль» вышел на побережье Вьетнама, спустя два месяца здесь появился тайфун «Ирвинг». (Заметим, что зарождение тайфуна в декабре месяца — довольно редкое явление.) Чрезвычайно разрушительный ураган «Хуан», возникший в Атлантике, в течение нескольких дней октября бушевал над территорией южных штатов США. Гигантские волны, ураганный ветер и ливневые дожди вызвали большие разрушения. Ураган «Кейт» в ноябре 1985 года обрушился на остров Куба, а затем — уже в ослабленном виде — вышел на южное атлантическое побережье США.

Кандидат географических наук
М. Г. НАЙПУЛЛЕР



Доктор физико-математических наук
Ю. С. ГЕНШАФТ

Четвертая международная петрофизическая экспедиция

Уже несколько лет проводятся международные петрофизические экспедиции по Проекту 3 КАПГ (Комиссия многостороннего научного сотрудничества академий наук социалистических стран по комплексной программе «Планетарные геофизические исследования»). Основные задачи проекта — изучить свойства глубинного вещества Земли и разработать модели строения земной коры и подкорковой области мантии. Решить эти задачи и помогают комплексные геолого-геофизические исследования ученых на одних и тех же полигонах и на одинаковых образцах горных пород, которые отбираются участниками экспедиций для последующего изучения в лаборатории.

Составляя план международной петрофизической экспедиции по Проекту 3 КАПГ, советские ученые предложили провести одну из них на Кавказе. Там и состоялась в сентябре 1985 года четвертая по счету экспедиция в рамках проекта. Предыдущие проходили в Крыму, а также в ГДР и ЧССР (Земля и Вселенная, 1982, № 2, с. 59.— Ред.).

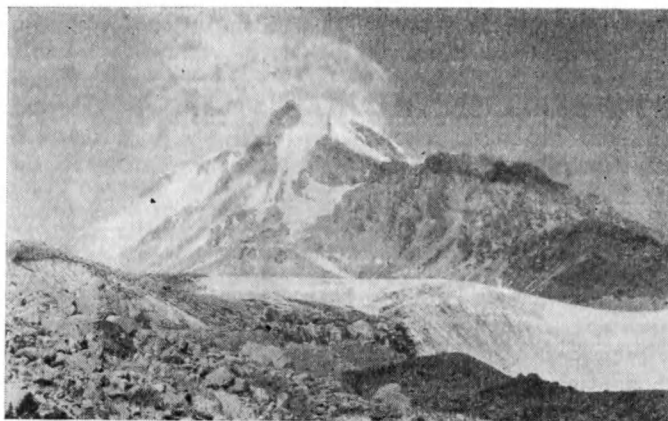
Подготавливали и проводили экспедицию Институт геофизики АН ГССР, Институт геологии АН ГССР и Кавказский институт минерального сырья Министерства геологии СССР. Успех ее работы во многом был связан с деятельным уча-

стием заведующего отделом физики горных пород Института геофизики АН ГССР доктора химических наук Т. Л. Челидзе. Основным объектом полевых исследований стал Казбекский неовулканический центр. Вместе с соседними вулканами и Кельским вулканическим плато он составляет крупнейшую область молодого вулканизма Большого Кавказа. Изверженные породы представлены здесь вулканитами от андезита до дацита. Кроме мощных потоков, сформировавших борта долин в верховьях Арагви, Бидера и Терека, лавы образуют экструзивные купола и короткие глыбовые потоки с шершавой и зазубренной поверхностью. Вулканический рельеф зачастую совершенно такой же, как и рельеф, созданный современными извержениями вулканов. Молодые вулканические породы залегают на юрской песчано-глинисто-сланцевой толще, прорванной диабазами.

Проблеме магматизма Кавказа посвящено множество научных публикаций, уже более ста лет этот регион привлекает пристальное внимание геологов и геофизиков. Однако вопросы генезиса вулканов, взаимосвязь магматизма с тектоникой и геодинамикой региона до сих пор не перестали быть дискуссионными. Кавказ остается одной из «горячих точек»

в исследованиях Земли, здесь по-прежнему не утихают споры вокруг тех или иных научных идей и гипотез. Основной вопрос, который пока так и не удалось решить, следующий: что вызвало к жизни эту молодую в геологическом отношении горную страну? Одни ученые убеждены, что Кавказ образовался при столкновении крупных континентальных плит, и это привело в буквальном смысле к исчезновению океана Тетис. Другие — сторонники «вертикального» развития глубинных структур — оспаривают такое мнение. Они приводят геологические и геофизические данные, свидетельствующие об исторической преемственности в развитии Кавказа посредством сложного силового и энергетического взаимодействия оболочек верхней мантии и земной коры.

Магматизм Большого Кавказа (это было показано на примере других регионов Земли) может служить индикатором строения недр региона и процессов в них. Необходимую информацию здесь можно получить из результатов лабораторного изучения как самих изверженных пород, так и содержащихся в них включений разнообразных других пород и минералов. Поиск таких глубинных включений и входил в задачу экспедиции. Кроме грузинских ученых в полевых маршрутах экспедиции и науч-



Вершина Казбека
над Гергетским ледником

ных обсуждениях участвовали сотрудники академических институтов Москвы и Киева, а также коллеги из ГДР, ЧССР, ВНР и ПНР. Это — специалисты, связанные многолетним творческим сотрудничеством.

За неделю работы удалось совершить шесть маршрутов в районе Военно-Грузинской дороги — от Крестового перевала до Дарьяльского ущелья. Было

По дороге к андезитовым лавам
и Гергетскому леднику



сделано несколько пересечений вулканогенных отложений в районе Крестового перевала; на юго-восточном и северо-восточном склонах Казбека; в верховьях Терека (ущелье Трусо и Касарская теснина); на северо-западных склонах вулкана Кабарджина, где наибольший интерес вызвали дацитовые экструзии — лавовые купола, сложенные богатыми кремнеземом дацитовыми лавами, вынесшие на поверхность огромные глыбы сланцев. Именно в этих дацитах мы здесь и увидели впервые небольшие по размерам включения пород; они, возможно,

были захвачены магмой на той глубине, где располагаются магматические очаги. Опыт изучения подобных образцов подсказал нам, что это вещество земной коры, недоступное непосредственному наблюдению на поверхности. Лабораторные исследования собранных образцов должны подтвердить или опровергнуть такое предположение.

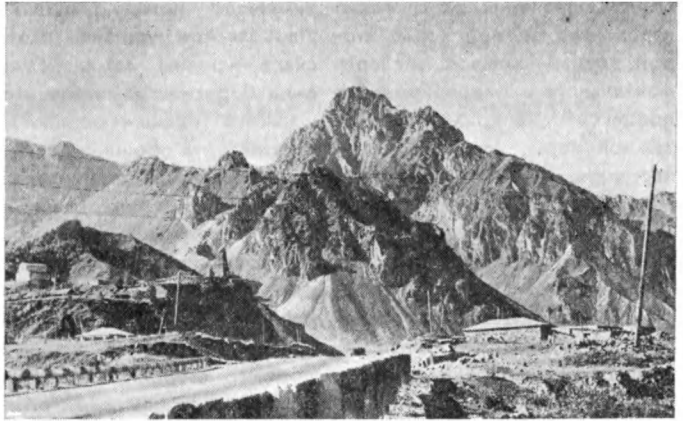
В Дарьяльском ущелье мы могли воочию наблюдать те горные породы, которые обычно залегают в недрах Кавказа, на глубине. Силы природы, некогда породившие кавказские хребты и вершины, обнажили в ущельях граниты, прорванные диабазами, и мощные толщи осадочных пород, накопившиеся здесь еще в те далекие эпохи, когда на месте Кавказа было море.

Экспедиция базировалась в поселке Казбеги. Рабочее время ее участников было настолько уплотнено, что почти постоянно мы находились «в цейтноте». С утра до трех-четырех часов дня нужно провести полевой маршрут, а после небольшого обеденного перерыва начинались заседания научного симпозиума. На них обсуждались вопросы, относящиеся к строению и эволюции Земли. О. Л. Кусков (СССР) и З. Франк (ГДР) представили результаты теоретических исследований состава и свойств земного ядра и глубоких областей мантии. Сотрудники Института геофизики АН УССР в своем докладе показали, что комплексное моделирование физических свойств горных пород при высоких давлениях и температурах позволяет подойти к построению вещественных моделей земной коры для конкретных тектонических

структур. В докладах наших коллег из ЧССР, ВНР и ГДР рассказывалось о лабораторных исследованиях образцов горных пород и минералов, собранных во время предыдущих экспедиций, например в метаморфических комплексах Гранулитовых и Рудных гор ГДР.

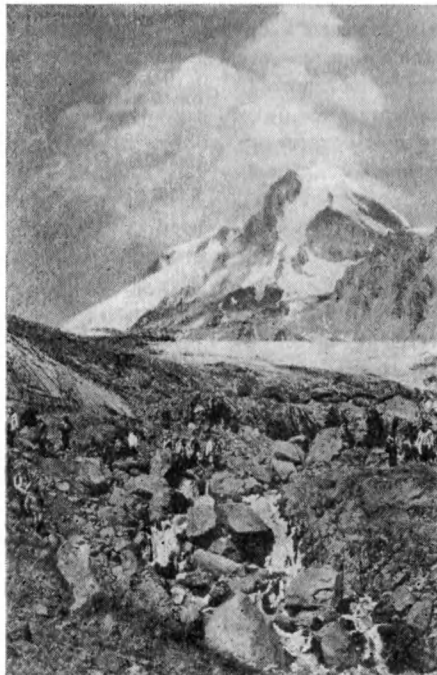
Сотрудничество ученых, объединенных общим научным проектом, открывает великолепные возможности для проведения сложных в техническом отношении исследований на базе той аппаратуры и тех методов, которые имеются у каждой из сотрудничающих сторон. Эффективность такой кооперации была наглядно продемонстрирована в ряде совместных сообщений, например в докладе З. Просса (ЧССР) и Ю. Коппа (ГДР), посвященном исследованию упругой анизотропии образцов ультраосновных пород, отобранных в Гранулитовых горах. Упругие свойства изучались на уникальном приборе, созданном в Геофизическом институте АН ЧССР, а все микроструктурные исследования — на электронном микроскопе в ГДР. При этом использовались методики, разработанные в Берлинском университете имени Гумбольдта и в Центральном институте физики Земли АН ГДР.

Автор данной статьи в двух своих выступлениях остановился на вопросах, имеющих прямое отношение к теме экспедиции. В одном сообщалось о большой коллективной работе, выполненной сотрудниками Института физики Земли АН СССР, Института геологии АН АзССР и Ереванского политехнического института имени К. Маркса. Она была посвящена изучению геодинамической



Военно-Грузинская дорога в районе вулкана Кабарджина обстановка и эндогенных режимов новейшего вулканизма на смежной с Большим Кавказом территории — в пределах Малого Кавказа. Совместными усилиями удалось комплексно

рассмотреть прямые геологические и геофизические данные, выполнить их интерпретацию, а также интерпретировать лабораторные петрофизические и петрологические исследования образцов вулканических пород и содержащихся



Каменная «поленица» под Крестовым перевалом

в них включений из глубоких горизонтов земной коры. Второй доклад касался экспериментального моделирования процесса диапиризма внутри земной коры, который может наступать, когда прогреваются погружающиеся вулканогенно-осадочные толщи и происходит их разуплотнение. Возможность такого процесса в недрах Земли допускают некоторые тектонисты (В. В. Белоусов, В. Н. Шолпо); он удовлетворительно объясняет образование складчатой системы Большого Кавказа.

Экспедиция проводилась в одном из красивейших уголков Кавказа, где немало памятников старины. Какие только ассоциации не возникают при упоминании Военно-Грузинской дороги! Здесь бывали Грибоедов, Пушкин, Лермонтов, Толстой... В этих местах разыгрывались важнейшие эпизоды бурной истории Кавказа... Военно-Грузинская дорога — это и древнейшая транспортная нить, связавшая некогда Тифлис и Мцхету с относительно молодым городом Владикавказом (теперь Орджоникидзе), основанным всего столетие назад. Как важнейший военно-стратегический и транспортно-экономический путь дорогу начали эксплуатировать в 1863 году. Через сколько же древних поселений и крепостей она прошла! Они нанесены на схемы и карты, обозначены во множестве путеводителей. Но одно дело путеводители, и совсем другое — собственными глазами увидеть могучий Казбек — вторую по высоте вершину Большого Кавказа. На фоне Казбека — старинная церковь Цминда Самёба, построенная в XIII—XIV веках. Мрачное впечатление, особенно в

туманную погоду, оставляет Дарьяльское ущелье, где на скале — руины Замка Тамары, а на берегу стремительного и шумного Терека — останки русского форта прошлого века.

Незабываемы старинные, сложенные из крупного камня, сейчас уже чаще всего нежилые, осетинские селения с характерными высокими домами-башнями и встречающиеся везде вдоль Военно-Грузинской дороги сторожевые башни, с которых зажженными огнями горцы оповещали друг друга о нападении врага.

Во время наших маршрутов, тщательно продуманных и подготовленных Т. Л. Челидзе и Н. М. Дзоценидзе (к экскурсиям они даже выпустили специальные путеводители), мы получили не только хорошее представление о «живой» гео-

логии этого района, но и познакомились с его уникальным ландшафтом и интереснейшими историческими памятниками.

Экспедиция закончилась, но изучение полученных материалов продолжается. Будут исследованы собранные коллекции образцов горных пород, обобщены геологические и геофизические материалы по данному району. Прощаясь с Кавказом, мы не могли не сказать искренних слов благодарности нашим гостеприимным грузинским коллегам. И, конечно, выразили надежду на дальнейшее развитие тех исследований, начало которым было положено на Кавказе.

Новые книги

Палеогеографический словарь

Такой словарь в 1985 году выпустило издательство «Мысль». Словарь составил доктор географических наук Л. И. Маруашвили. Издание включает около 8 тысяч терминов, наиболее часто встречающихся в палеогеографии антропогена (четвертичного периода), и охватывает отрасли палеогеографии, методы исследования, палеогеографические события (оледенения, засоления и т. д.) и объекты (части древней суши, древние моря, озера и ледники), палеогеографические памятники, археологические культуры и др.

В тексте «От составителя» разъясняется, что в палеогео-

графии много спорного, существуют, например, различные гипотезы о генезисе климатических изменений и оледенений. Основные гипотезы нашли отражение в словаре. Во многих случаях приводится несколько толкований одного и того же термина в связи с тем, что в настоящее время в разных странах некоторые термины применяются для обозначения различных понятий.

Словарь составлен на базе фондов библиотеки Института географии имени Вахушти Академии наук Грузинской ССР. Словарь снабжен списком основной использованной литературы, указателем терминов и указателем географических названий.

Доцент
М. М. ДАГАЕВ

Необычные
небесные
явления

Прохождение Меркурия по диску Солнца 13 ноября 1986 года

В этом году ученые и любители астрономии смогут наблюдать интересное астрономическое явление — прохождение Меркурия по диску Солнца. Об этом довольно редком явлении мы попросили рассказать нашего постоянного автора, доцента Московского педагогического института имени В. И. Ленина Михаила Михайловича Дагаева. Недавно М. М. Дагаеву исполнилось 70 лет. Михаил Михайлович является автором многих учебников и научно-популярных книг по астрономии. Он старейший член ВАГО (с 1930 года), ответственный редактор «Астрономического календаря».

Пользуясь случаем, редакция, редколлегия и читатели журнала «Земля и Вселенная» поздравляют Михаила Михайловича и желают ему крепкого здоровья и долгих лет жизни.

Самая близкая к Солнцу планета Меркурий обращается вокруг него за 88 суток (сидерический период обращения) по сравнительно вытянутой эллиптической орбите с большой полуосью $a=0,387$ а. е. и эксцентриситетом $e=0,206$.

Плоскость орбиты Меркурия наклонена к плоскости земной орбиты под углом 7° . Прямая линия, по которой пересекаются эти две плоскости, проходит через центр Солнца и называется линией узлов орбиты Меркурия, а точки пересечения орбиты с этой линией — узлами орбиты. Узел орбиты, где Меркурий пересе-

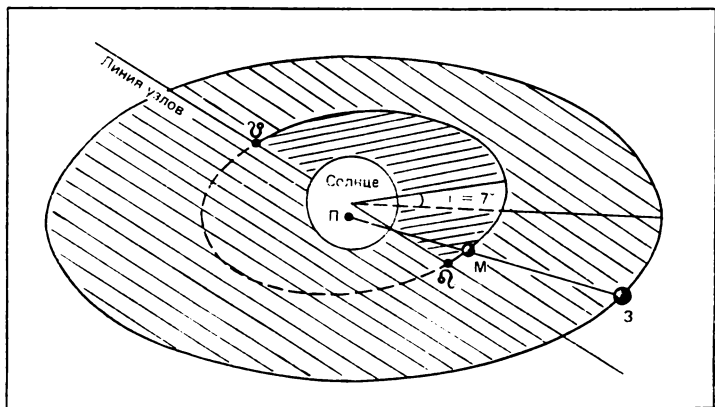
кает плоскость эклиптики и затем поднимается над ней, называется восходящим узлом (Ω), а диаметрально противоположный узел орбиты — нисходящим (ω).

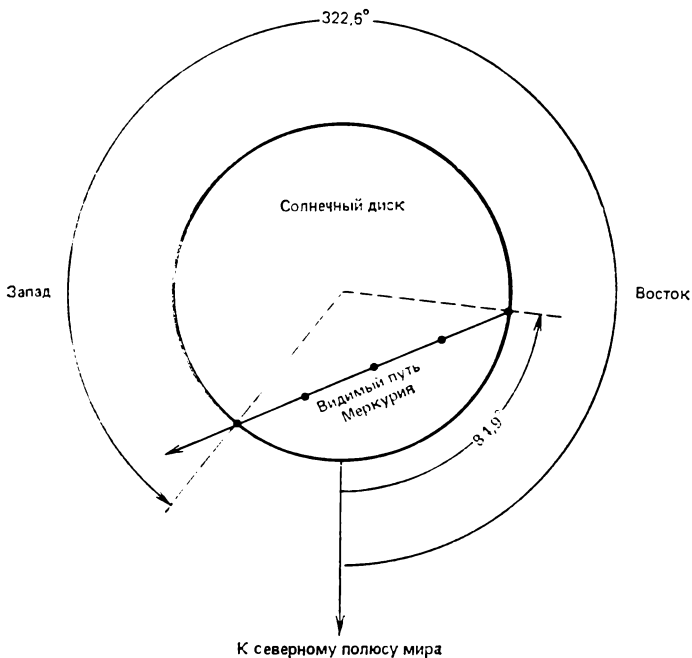
Когда Меркурий при своем движении проходит между Солнцем и Землей, говорят, что он находится в нижнем соединении с Солнцем. Промежуток времени между двумя последовательными нижними соединениями планеты называется синодическим периодом обращения Меркурия. Средняя продолжительность этого периода составляет 116 суток (точнее 115,88 суток), но из-за неравномерности движения планеты по орбите он колеблется от 104 до 132 суток.

Нижние соединения Меркурия с Солнцем наступают на различных участках его траектории, и вследствие накло-

на орбиты к плоскости эклиптики планета в эти дни обычно находится либо севернее (выше), либо южнее (ниже) Солнца, восходит и заходит вместе с ним и с Земли не видна. Но если нижнее соединение Меркурия с Солнцем происходит вблизи линии узлов орбиты, то сама планета проецируется на солнечный диск, перемещаясь по нему с востока на запад (во время нижнего соединения видимое движение планеты попятное). Такое явление называется прохождением Меркурия по диску Солнца и повторяется вбли-

Земли (З).
 Ω — восходящий узел,
 ω — нисходящий узел,
 $i=7^\circ$ — наклонение орбиты Меркурия;
П — проекция Меркурия на солнечный диск вблизи восходящего узла





Перемещение Меркурия по диску Солнца (вид в телескоп-рефрактор)

зи восходящего узла три раза через 13 лет и один раз через 7 лет (но обязательно в первой половине ноября). Подобные явления вблизи нисходящего узла чередуются через 13 лет и 33 года и происходят только в первой половине мая.

Очередное прохождение Меркурия по диску Солнца произойдет 13 ноября 1986 года. В этот день нижнее соединение планеты с Солнцем наступит в 7 ч 42 мин по московскому зимнему времени на расстоянии в $2,3^\circ$ к западу от восходящего узла ее орбиты. В момент соединения прямое восхождение Солнца и Меркурия $\alpha_\odot = \alpha = 15$ ч 12,3 мин, склонение Солнца $\delta_\odot = -17^\circ 53'$, склонение Меркурия $\delta = -17^\circ 44'$. Угловой диаметр солнечного

диска равен $32'20''$ (1940''), а диаметр Меркурия — $10''$.

На протяжении 4 ч 48 мин планета будет перемещаться от восточного к северо-западному краю солнечного диска по хорде, расположенной примерно посередине между его центром и северо-восточным краем. В 7 ч 00 мин по московскому зимнему времени Меркурий пройдет в $8'$ (точнее в $470''$) северо-восточнее центра солнечного диска.

На территории нашей страны условия видимости прохождения Меркурия по диску Солнца различны. Западная граница видимости всех фаз явления проходит от Нарына через Алма-Ату, Талды-Курган, Усть-Каменогорск, Ленинск-Кузнецкий и Мариинск (Кемеровская область), Северо-Енисейский и Туру (Красноярский край) к Оленёку (Якутская АССР). На этой границе прохождение Меркурия

по солнечному диску начинается при восходе Солнца. В местностях, расположенных восточнее ее, Солнце в этот момент находится уже над горизонтом, и поэтому здесь можно наблюдать начало явления. К заходу от линии видимости Солнце взойдет после вступления Меркурия на его диск, и здесь будет видна только оставшаяся фаза прохождения вплоть до его окончания. Но западнее линии, проходящей от Сухуми через Ставрополь, Волгоград, Чистополь и Кудымкар к Салехарду, доступны наблюдениям лишь фазы второй половины прохождения, так как на этой линии Солнце взойдет, когда Меркурий пройдет половину пути по диску Солнца.

Восточная граница видимости всех фаз проходит от острова Уруп (Курильские острова), вблизи северной оконечности острова Сахалин, через Эльдикан, Хандыгу и Жиганск к Оленёку. На этой границе видимости прохождение Меркурия заканчивается при заходе Солнца.

В районе Оленёка, на географической широте $+69^\circ$, прохождение Меркурия начнется при восходе Солнца, а закончится — при его заходе. Севернее этой географической параллели будут видны лишь промежуточные фазы явления, поскольку оно начнется до восхода Солнца, а окончится после его захода. Севернее широты $+72^\circ$ Солнце в этот день вообще не восходит.

В разных пунктах наблюдения каждый контакт наступает с разницей в несколько секунд. В таблице приведены моменты контактов по московскому времени, вычисленные научным сотрудником Инсти-

тута теоретической астрономии АН СССР Л. И. Румянцевой.

Для других городов и населенных пунктов моменты контактов близки к тем, что даны в таблице. Чтобы получить моменты контактов по времени, принятому в определенной местности, нужно к табличным моментам прибавить известную разность в целых часах между местным и московским временем.

Наблюдать в телескоп прохождение Меркурия по диску Солнца можно только сквозь плотный темный светофильтр. Без такого фильтра смотреть на Солнце категорически запрещается, во избежание потери зрения. Для ослабления солнечного света полезно также диафрагмировать объектив телескопа до 40 мм в диаметре. При увеличении телескопа в 25–30 раз, планета видна малым черным кружком и хорошо различима на фоне солнечного диска.

Но лучше и безопаснее наблюдать это явление на солнечном экране, который легко изготовить из листа обычной фанеры или толстого картона. Экран покрывается белой бумагой и крепится к трубе телескопа (перпендикулярно его оптической оси) тремя-четырьмя направляющими планками (по ним экран может перемещаться, что позволяет получить изображение Солнца необходимых размеров). Наводить телескоп на Солнце следует по его тени на экране. Чтобы ход явления был виден лучше, полезно на тот конец телескопа, где располагается объектив, надеть щит из плотного картона, который частично закроет экран от рассеянного солнечного света.

Наиболее простые наблюде-

МОМЕНТЫ КОНТАКТОВ МЕРКУРИЯ С КРАЕМ СОЛНЕЧНОГО ДИСКА ДЛЯ РАЗНЫХ ПУНКТОВ НАБЛЮДЕНИЯ (ВРЕМЯ МОСКОВСКОЕ ЗИМНЕЕ)

Город	Начало		Конец	
	T_m	h°	T_m	h°
Алма-Ата	(4 43 22 ^c)	—	9 31 36 ^c	29
Ашхабад	(4 43 34)	—	9 31 41	31
Баку	(4 43 32)	—	9 31 44	26
Благовещенск	4 43 07	22	9 31 21	9
Братск	4 43 15	7	9 31 32	16
Владивосток	4 43 06	23	9 31 15	9
Горно-Алтайск	4 43 22	1	9 31 36	20
Душанбе	(4 43 33)	—	9 31 37	33
Ереван	(4 43 31)	—	9 31 45	24
Иркутск	4 43 16	9	9 31 30	16
Киев	(4 43 22)	—	9 31 49	10
Комсомольск-на-Амуре	4 43 02	21	9 31 18	4
Красноярск	4 43 17	2	9 31 35	15
Ленинград	(4 43 16)	—	9 31 49	3
Минск	(4 43 19)	—	9 31 49	6
Москва	(4 43 20)	—	9 31 48	9
Ташкент	(4 43 31)	—	9 31 38	30
Тбилиси	(4 43 30)	—	9 31 46	23
Улан-Удэ	4 43 15	11	9 31 28	16
Усть-Каменогорск	4 43 24	0	9 31 36	22
Фрунзе	(4 43 20)	—	9 31 25	29
Хабаровск	4 43 03	22	9 31 18	12
Чита	4 43 13	13	9 31 26	14
Якутск	4 43 03	8	9 31 27	1

Моменты, указанные в скобках, наступают до восхода Солнца. h — высота Солнца над горизонтом в начале и конце явления.

ния (но требующие большой аккуратности) сводятся к регистрации моментов контакта диска Меркурия с краями солнечного диска, они отмечаются с точностью до 1 секунды по хорошо выверенным часам, а еще лучше — по секундомеру.

Для решения более сложной задачи — определения положения Меркурия в различные моменты его прохождения — надо заранее в средней зоне экрана нанести окружность, а радиус ее предварительно установить по изображению Солнца на экране. Чаще всего выбирают радиус, рав-

ный 50 мм. В процессе наблюдения изображение Солнца удерживается на этой окрестности и в ее пределах отмечаются точками положения планеты в различные моменты времени, фиксируемые по часам с той же точностью.

Любители астрономии, умеющие фотографировать, могут попытаться получить снимки различных фаз явления. Для этого нужна фотографическая камера с быстродействующим затвором, которая позволила бы проводить съемки с окулярным увеличением и обеспечивала на негативе размеры солнечного диска не менее



КАРТА ПРОХОЖДЕНИЯ МЕРКУРИЯ
ПО ДИСКУ СОЛНЦА 13 НОЯБРЯ 1986 ГОДА

Границы видимости прохождения Меркурия

80 мм. При соблюдении таких условий диаметр фотографического изображения Меркурия получится около 0,4 мм. Если изображение Солнца будет меньше, то диск планеты может не получиться. Для фо-

тографирования объектов телескопа необходимо диафрагмировать до 30 мм в диаметре.

Фокусировка камеры предварительно проводится по изображению Луны на матовом стекле и надежно закрепляется. Фотоматериал должен быть минимальной чувстви-

тельности. Экспозиции (очень короткие — десятые и сотые доли секунды) подбираются опытным путем с помощью неоднократного фотографирования Солнца за несколько дней до прохождения Меркурия по его диску.

Новые книги

«Наша планета»

Так называется третий том четырехтомной популярной энциклопедии «Радость познания», которую выпускает в переводе с английского издательство «Мир». Третий том вышел в свет в 1985 году (первый — «Наука и Вселенная» — в 1983 году).

Книга содержит обширную информацию о различных сторонах строения и жизни нашей планеты. Раздел «Строение Земли» знакомит читателя с физикой и «анатомией» Земли, глобальной тектоникой, землетрясениями и вулканами.

С картографированием земной поверхности читатель встречается на страницах раздела «Земля в перспективном изображении». В разделе «Погода» содержатся сведения об атмосфере, ветрах, климате и погоде Земли. Морям и океанам посвящен следующий раздел, в котором рассказывается о результатах важнейших океанографических исследований.

В разделе «Геология» приведены данные о горных и осадочных породах, реках, озерах и ледниках, пустынях и морских берегах, о близком и далеком прошлом Земли.

В разделе «Ресурсы Земли» рассказывается о минеральных и энергетических ресурсах, энергетике будущего, экологических проблемах.

Книгу завершают разделы «Сельское хозяйство», «Злаки, овощи и плоды», «Мясо, рыба и дичь», содержащие самую разнообразную информацию.

Текстовый материал книги органически связан с оригинально выполненным и очень наглядным иллюстративным материалом. Высококачественные фотографии, рисунки, схемы, диаграммы и т. д. занимают значительную часть каждого разворота и раскрывают его тему.

Третий том энциклопедии «Радость познания», как и другие тома этого издания, представляет интерес для самого широкого круга читателей.



«Народнохозяйственные и научные космические комплексы»

Космические аппараты становятся важным инструментом изучения Земли и Вселенной. С их помощью исследуют Землю, определяют места залегания полезных ископаемых, обнаруживают скопления рыбы в океане, прогнозируют урожай, оценивают запасы влаги, выявляют ледовую обстановку, следят за процессами в атмосфере и прогнозируют погоду. Вошли в повседневную жизнь космическая связь, телевидение; по спутникам определяют свое местоположение корабли, уточняется взаимное положение пунктов Земли и ее полетяготения. Спутники позволяют изучать околоземное космическое пространство, исследовать верхнюю атмосферу, определять условия прохождения через нее радиоволн, исследовать магнитосферу и механизм ее взаимодействия с межпланетной средой. Космические корабли получают уникальную информацию о планетах, их спутниках, кометах, об околопланетном и межпланетном пространстве, о Солнце, звездах, Галактике.

Что уже дали космические исследования? Какие в настоящее время стоят проблемы, как они могут быть решены космическими средствами? Каковы принципы построения космических комплексов, как они создаются и эксплуатируются? Эти и другие сведения содержатся в книге академика

В. С. Авдуевского и доктора технических наук Г. Р. Успенского «Народнохозяйственные и научные космические комплексы», выпущенной в 1985 году издательством «Машиностроение». В ней сформулированы те задачи многих отраслей народного хозяйства и науки, которые в ближайшее время будут решаться с помощью космических средств, и определены требования к космическим комплексам, выдвигаемые этими задачами. Кроме того, и это придает книге особую ценность, в ней с позиций системного подхода рассмотрены все основные типы космических комплексов и главные направления их использования.

Весь материал книги разделен на семь глав, тематически объединенных в две части — «Народнохозяйственные космические комплексы» и «Научные космические комплексы». Первая часть включает начальные четыре главы, вторая — главы с пятой по седьмую. Каждая глава в свою очередь разбита на небольшие разделы, детально освещающие те или иные вопросы.

В первой главе «Особенности системного проектирования народнохозяйственных космических комплексов» проведена классификация народнохозяйственных космических комплексов по их назначению и определены критерии эффективности. Обоснованно выбра-

ны экономические показатели работоспособности: доход, прибыль, затраты, рентабельность — как главные характеристики прикладных комплексов. Здесь же показана роль закономерностей проектных параметров при разработке космических комплексов. Эти закономерности дают возможность существенно сократить трудоемкость параметрического анализа, делают обозримыми результаты на отдельных этапах проектирования, позволяют оперативно предварительно оценивать проектный облик отдельных фрагментов и всего комплекса в целом.

Вторая глава «Исследования природных ресурсов Земли, контроль окружающей среды и наблюдения за метеорологическими процессами» начинается с раздела, где анализируются задачи отраслей народного хозяйства, а также формирование требований не только к бортовой аппаратуре, но и к космическому комплексу в целом. Интересен раздел, где приведены физические основы решения задач, связанных с наблюдением природных объектов из космоса. Значительное внимание в следующем разделе уделено основному показателю комплексов наблюдения — вероятности обнаружения природных объектов и процессов. Изложение этого материала характеризуется математической стро-

гостью и полнотой учета факторов.

Достаточно полное отражение нашли в книге результаты параметрического исследования солнечносинхронных орбит — основных орбит для природоресурсных космических аппаратов. Результаты даны в виде графиков и позволяют лучше понять все основные свойства этих уникальных орбит.

Фундаментальное значение для создания космических систем наблюдения природных объектов и процессов имеют выводы раздела, в котором исследуются параметры оптимальной системы космических комплексов. Здесь показано, что отношения основных характеристик всех комплексов системы, таких, как разрешение и периодичность обзора, являются постоянными величинами.

Завершает вторую главу раздел, где дается метод системного проектирования наблюдательных комплексов. Простота алгоритма и хорошая реализуемость на ЭВМ говорят о его пригодности на практике.

Существенно меньше по объему следующая, третья глава — «Принципы построения и особенности системного проектирования космических комплексов связи», поскольку по вопросам проектирования связанных комплексов имеется обширная литература. Содержащийся в главе материал интересен прежде всего тем, что здесь сведены задачи многочисленных служб связи и требования к космическим аппаратам и комплексам.

Четвертая глава — «Геодезические и навигационные космические комплексы» — включает не только перечень задач и

требований к такого рода комплексам, но и метод выявления и сами закономерности проектных параметров. Наиболее значимая закономерность связана с однорядной структурой геодезической сети; подобная сеть оптимальна для передачи геодезической информации из одного района Земли в другой. Несомненной ценностью обладают результаты исследований по определению целесообразной высоты спутниковых орбит и рациональному размещению наземных пунктов реальных геодезических сетей.

Авторам также удалось решить вопрос о методе проектирования таких громоздких систем, какими являются космические геодезические комплексы, связанные с большим числом наземных геодезических пунктов. Имеется в виду прежде всего замена реальных геодезических систем моделями с ограниченным числом пунктов и четкой геометрией. Такой прием позволил создать метод проектирования на основе современных ЭВМ, дающий возможность достоверно определять проектные параметры геодезических комплексов, чтобы строить в дальнейшем геодезические сети с требуемой точностью.

Интересна полученная зависимость точности навигационного определения от относительного расположения трассы спутника и пункта измерения. Нов и важен материал, посвященный тому, как влияет комплексность измерений на точность нахождения координат пунктов.

Вторую часть книги — «Научные космические комплексы» — предваряет глава «Особенности проектирования научных

космических комплексов», где классифицированы и определены критерии эффективности научных комплексов, позволяющие судить о вероятности безотказной работы технических средств и правильности идентификации объектов и процессов на небесных телах.

Большое значение имеет раздел, содержащий сведения по космоэнергетике и связанной с нею длительности полетов к телам Солнечной системы. Этот материал позволяет оценить современные возможности межпланетных полетов.

В шестой главе «Астрофизические космические комплексы» проанализированы задачи по исследованию астрофизических объектов. Учтены не только информация, которой располагают специалисты, но и возможности космической техники и космического телескопостроения. Чтобы как можно дальше заглянуть в глубины Вселенной, требуются предельные характеристики телескопов, вот почему им уделено основное внимание в соответствующем разделе. В следующем разделе затронут вопрос об аппаратах нового поколения и о телескопах с уникальными характеристиками — эти телескопы в дальнейшем будут размещаться на орбите. Отметим, что данный материал заслуживает более подробного внимания.

Значительное внимание уделено в книге исследованиям Солнца с помощью космических аппаратов. Систематизированы задачи космических исследований нашего светила, сформулированы требования к научной аппаратуре и самим космическим аппаратам, обсуждаются также принципы построения отдельных космических

комплексов и всей их совокупности. Космические аппараты ныне играют немалую роль и в изучении межпланетной среды, о чем подробно рассказывается на страницах книги.

Заключительная глава посвящена космическим исследованиям Луны, Меркурия, Венеры, Марса, планет-гигантов и комет. Здесь в свете новейших данных рассматриваются проблемы, связанные с изучением физики планет, их поверхности, атмосферы контактными и дистанционными методами, формулируются основные требования к бортовой аппаратуре для

решения этих задач. Кроме того, подробно анализируются требования к аппаратуре, ведущей поиск жизни на планетах, а также осуществляющей дистанционное и контактное исследование комет. Обсуждаются принципы построения научного оборудования и создания соответствующих космических комплексов.

Приложение содержит основные сведения об исследованиях Луны, Венеры и Марса, проводимых в СССР. Целесообразно было бы расширить это приложение и рассмотреть всю совокупность объектов научного и народнохозяйственного

назначения. Это позволило бы читателю получить более полное представление о результатах космических исследований и характеристиках использованной аппаратуры.

Книга, по нашему мнению, актуальна и весьма полезна не только для инженеров, специализирующихся в области космической техники (как указано в аннотации), но и для всех, кто интересуется новейшими средствами освоения космического пространства.

Встреча с кометой Джакобини — Циннера



В 1978 году в США был запущен спутник «ISEE-3» (International Sun-Earth Explorer), предназначенный для исследования солнечного ветра в космическом пространстве. Когда недостаток ассигнований вынудил НАСА отказаться от запуска специального космического аппарата к комете Галлея, Р. Фаркуар, сотрудник Годдардовского центра космических полетов (Гринбелт, штат Мэриленд, США), предложил использовать «ISEE-3» для изучения другого сходного небесного тела — кометы Джакобини — Циннера, открытой еще в 1900 году. Период ее обращения составляет 6,5 года, а орбита в наибольшем удалении от Солнца достигает орбиты Юпитера. После сложных орбитальных маневров «ISEE-3» прошел вблизи Луны (что позволило воспользоваться ее гравитационным полем); в результате направление полета спутника изменилось и в декабре 1983 года он начал дви-

жение к пункту встречи с кометой Джакобини — Циннера.

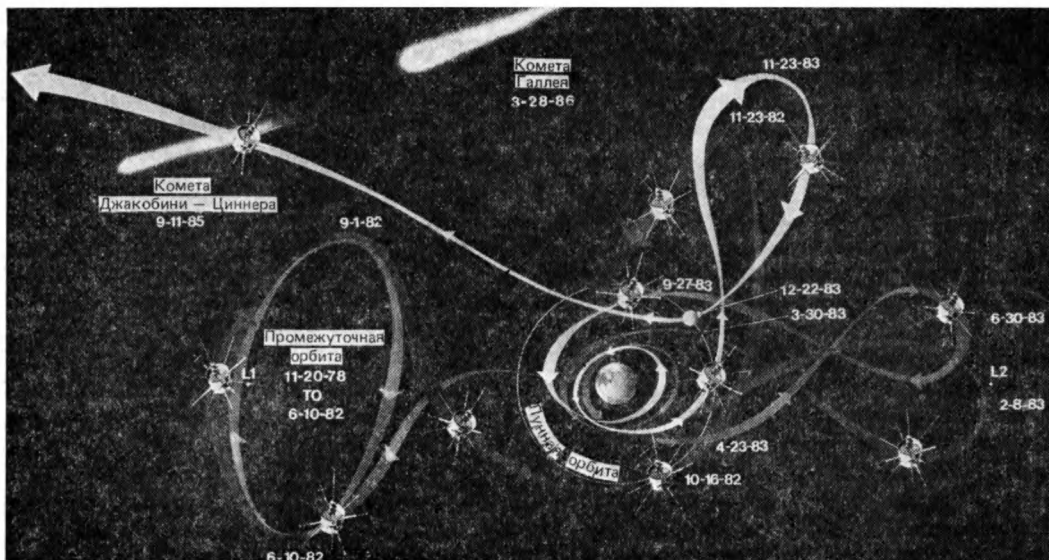
11 сентября 1985 года в 11 ч 00 мин по Гринвичу космический аппарат, получивший новое наименование «ICE» (International Cometary Explorer), прошел сквозь хвост кометы Джакобини — Циннера на расстоянии 8 тыс. км от ее ядра. Точка их сближения в этот момент находилась в 71 млн. км от Земли. К сожалению, не имея на борту ни одной фотокамеры, аппарат был лишен возможности делать необходимые снимки кометы. В итоге ученые надеялись получить ответ практически на единственный вопрос: что происходит при взаимодействии головы и хвоста кометы с потоками солнечного ветра?

В области плазменного хвоста кометы Джакобини — Циннера космический зонд провел почти 20 мин. Пыль, об-

разующая хвост кометы, ударялась с поверхностью аппарата со скоростью около 20 км/с. Вопреки опасениям, ни сам космический зонд, ни панели его солнечных батарей не были повреждены кометной пылью, так что поступление информации о состоянии среды в этой области шло без помех.

Полученные данные указывают на то, что у кометы, по-видимому, чрезвычайно слабо выражен или совсем отсутствует обычный для других небесных тел Солнечной системы изогнутый ударный фронт, в котором происходит взаимодействие частиц и полей, принадлежащих этому телу, с потоком солнечного ветра. Вместо подобного четкого фронта наблюдается диффузный растянутый «район взаимодействия» двух сред. Так произошло, вероятно, потому, что гигантское облако нейтральных газов, окутывающее комету, служит как бы «подушкой», смягчающей ее столкновение с солнечным ветром.

В остальных же условиях, обнаруженные в ходе измерений, не слишком отличались от тех, что были предсказаны теоретиками на основании



Графиктория, по которой космический аппарат «ISEE» двигался к комете Джакобини — Циннера

имевшихся ранее данных. К примеру, подтверждено: силовые линии магнитного поля, окутывающие кому в два слоя с различной полярностью, действительно отделены друг от друга нейтральным слоем.

Судя по свойствам электронной плазмы и по характеру

распространения радиоволн, минимальная температура хвоста кометы — в его центре. Здесь же находится максимум электронной концентрации (порядка сотен на 1 см^3 — в сравнении с $5-8 \text{ см}^{-3}$ в пределах солнечного ветра). Измерение содержания ионов в плазме подтвердило гипотезу, согласно которой сама комета представляет собой «грязный снежок», состоящий в основном из H_2O^+ и CO^+ .

По завершении пролета сквозь хвост кометы Джакобини — Циннера космический

зонд «ISEE» был переведен на орбиту Земли и, видимо, встретится с нашей планетой в 2012 году.

Научное руководство выполненных экспериментов осуществляли Т. Т. фон Розенвиндж из Лаборатории астрофизики высоких энергий Годдардовского центра космических полетов НАСА и Дж. Брандт, заведующий Лабораторией астрономии и солнечной физики того же центра.

(По материалам зарубежной печати)

НОВЫЕ КНИГИ

Изменяется ли земной климат?

Современные представления о климате Земли в популярной форме изложены в брошюре члена-корреспондента АН СССР В. М. Котлякова, доктора географических наук М. Г. Гросвальда и доктора географических наук А. Н. Кренке «Климат Земли: прошлое, настоящее, будущее» (М.: Знание, серия «Науки о

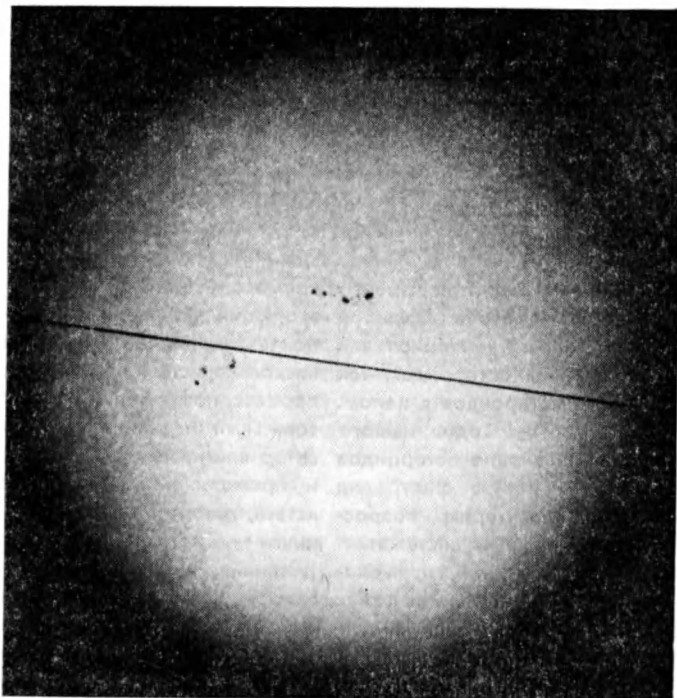
Земле», 1985). В первой главе авторы дают определение климата, описывают его физические факторы, рассказывают о климатических колебаниях в настоящем и относительно недавнем прошлом, рассматривают роль снежного покрова в формировании климата. Тема второй главы — климаты далекого прошлого и оледенение Земли. Здесь речь идет о климате ледниковых эпох, причинах оледенений и механизмах их роста и распада, о методах палеоклиматологии и значении этой науки для понимания природы современного климата.

Третья заключительная глава посвящена проблеме антропогенного воздействия на климат Земли. Обсуждаются эффект двуокси углерода, накопившейся в земной атмосфере в результате деятельности людей, влияние пыли и аэрозолей, воздействие человека на земную поверхность в процессе ее хозяйственного освоения. Особое внимание в этой главе уделено возможным климатическим последствиям ядерной войны.

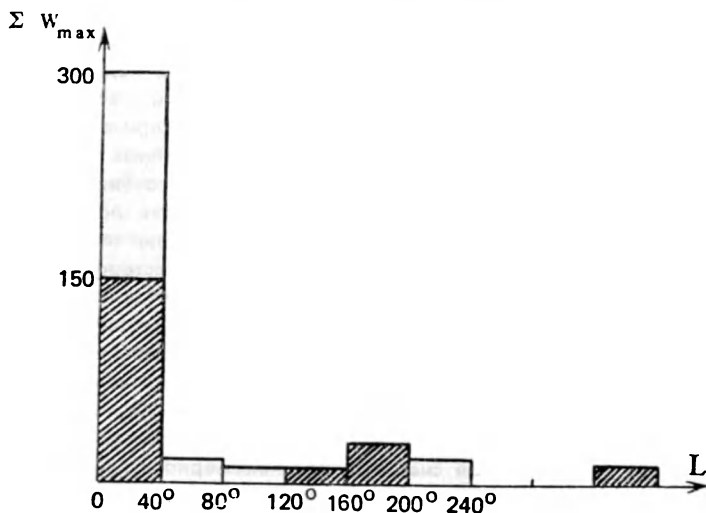
Солнце в декабре 1985— январе 1986 года

За период с конца ноября 1985 и до середины января 1986 года на Солнце наблюдался лишь один непродолжительный всплеск активности, связанный с появлением на диске между 15 и 17 декабря двух групп пятен. Максимальное число Вольфа W , достигавшее в эти дни 50, к 21 декабря падает до нуля. Средняя величина W за данный период — всего несколько единиц. Обе группы пятен низкоширотные.

Фотосфера Солнца
18 декабря 1985 года.
Снимок получен В. Ф. Кыш
на фотосферном
телескопе АФР-3
Байкальской
астрофизической
обсерватории
СибИЗМИРА



Распределение
максимальных значений
числа Вольфа W по долготе
для второй половины
1985 года



Интересно, что мы вновь встречаемся с повышением пятнообразования на одном и том же участке солнечной поверхности. О формировании такой области можно было говорить уже в середине 1985 года (Земля и Вселенная, 1985, № 6, с. 86). Еще в июне — июле 1985 года некоторые группы пятен как бы «омолаживались», то есть наряду с разрушением старых возникали молодые пятна. Логично было бы предположить, что такая область способна к многократному возбуждению. И действительно: до января 1986 года пятна появлялись главным образом в зоне долгот от 0° до 40°. На графике, дающем представление об активности за вторую половину 1985 года, каждому 40-градусному интервалу долгот соответствует сумма максимальных значений числа Вольфа

для наблюдавшихся групп. Хорошо видно, как резко выделяется долготная полоса 0°—40°. Статистика теперь уже вполне достаточна, чтобы говорить о проявлении закономерности.

По графику можно сделать вывод о существенном пони-

жении общего уровня солнечной активности: за 6 месяцев, начиная с августа, ΣW_{\max} составила такую же величину, что и за июнь — июль.

Кандидат
физико-математических наук
В. Г. БАНИН
С. А. ЯЗЕВ



«Астероиды»

С момента открытия первого астероида накоплен большой наблюдательный материал как об отдельных астероидах, так и о поясе астероидов в целом. Начиная с 70-х годов нашего столетия, изучение астероидов вступило в новую фазу, для которой характерны возросшие активность и систематичность исследований, применение современных методов и приемников излучения, объединение усилий специалистов смежных с астрономией областей естествознания. Полученные данные ставят все больше вопросов о природе и происхождении астероидов и способствуют постоянному повышению интереса к этим уникальным телам Солнечной системы.

Вышедшая в 1985 году в издательстве «Наука» книга А. Н. Симоненко «Астероиды» (серия «Проблемы науки и технического прогресса») обобщает имеющиеся на сегодня знания об астероидах. Автор книги Алла Николаевна Симоненко (1936—1984) — известный специалист в области изучения малых тел Солнечной системы: метеоритного вещества, комет и особенно астероидов.

В своей книге А. Н. Симоненко не только популярно рассказала, что собой представляют астероиды и какое место занимают исследования астероидов в решении главной проблемы изучения ближнего

космоса — происхождения и эволюции Солнечной системы, но также показала читателю, насколько сложен и труден процесс познания этих объектов. Пути познания, убеждает автор книги, не были «легкими и прямолинейными», о чем, кстати, говорит и подзаголовок книги — «Тернистые пути исследований», и «за каждым, казалось бы, совсем простым фактом стоят годы упорного труда многих десятков ученых, опирающегося на длинные ряды наблюдений, выполненных профессионалами и любителями астрономии».

Книга включает введение, в котором автор подготавливает читателя к восприятию основного содержания, пяти логически связанных между собой глав и заключения.

В первой главе подробно и увлекательно дана история открытия пояса астероидов, говорится, как шаг за шагом зрела мысль о существовании неизвестного небесного объекта на гелиоцентрическом расстоянии, равном 2,8 а.е. Еще И. Кеплер обратил внимание на непомерно большой «пустой» промежуток между орбитами Марса и Юпитера. Установление закона планетных расстояний Тициуса—Боде, созданное венгерским астрономом-энтузиастом Ф. Цахом «отряда небесной полиции» способствовало тому, что в первую новогоднюю ночь XIX века

итальянец Дж. Пиацици открыл, наконец, первый астероид, названный Церерой. История этого открытия полна драматизма: вскоре астероид был потерян и только через год Цереру обнаружили снова. Открытия нескольких подобных объектов с близкими орбитами натолкнули на мысль о космической катастрофе, породившей их, о существовании кольца астероидов, выдвинуты были и другие гипотезы.

Теперь известно, что кроме астероидов главного пояса со средним расстоянием от Солнца 2,8 а.е. существуют астероиды групп Амура, Аполлона и Атона, приближающиеся к орбите Земли, а также отличные от них астероиды — троянцы, находящиеся далеко за пределами пояса астероидов. В книге приводятся оценки их численности, сообщается об истории открытия астероидов в окрестностях орбиты Земли. Впервые собранная, по крупинцам, такая информация имеет немалую познавательную и научную ценность.

Вторая глава знакомит со структурой и особенностями пояса астероидов, плоской и сферической подсистемами кольца, которые были выделены в свое время ленинградскими астрономами А. Г. Чеботаревым и В. А. Шором, а также с характером движения и типичными орбитами астероидов. Читатель узнает здесь о

существовании люков Кирквуда в распределении астероидов по значениям больших полуосей орбит или периодов обращения вокруг Солнца, о резонансных орбитах, об особенностях движения астероидов. Астероиды постоянно испытывают гравитационные возмущения со стороны больших планет (в первую очередь — Юпитера), и в гораздо меньшей степени друг от друга. Это приводит к непрерывному изменению их орбит, в результате которого происходит своего рода перемешивание орбит астероидов, что делает возможным и их взаимные столкновения. На примере астероидов 2060 Хирон и 2062 Атон автор показывает особенности движения отдельных астероидов за пределами главного пояса.

Из этой же главы можно узнать, что собой представляют семейства астероидов и как они были впервые выделены японским астрономом Хираямой. Приводятся оценки распространенности семейств в поясе и современная точка зрения на их происхождение. Отдельный параграф посвящен вопросу о существовании у астероидов спутников. Говорится об опасностях, подстерегающих спутники на орбитах вокруг астероидов, отмечается, что наиболее вероятны спутники с синхронными орбитами, поскольку в других случаях происходит довольно быстрая, губельная для него эволюция орбиты. Но, как пишет автор, «спутникам пока не везет», и до настоящего времени нет надежных доказательств их существования.

Третья глава посвящена столкновениям астероидов с Землей, Луной и между собой, а также возможным последст-

виям этих явлений. Справедливо автор говорит, что подобные «встречи» с Землей астероидов групп Амура, Аполлона и Атона не только возможны, но и неизбежны. Такие события имели место в прошлом и будут происходить в будущем. Вопрос заключается лишь в том, насколько часто. Астрономы умеют вычислять вероятность столкновения астероида с Землей, если, конечно, достаточно хорошо известна его орбита. Так, например, вероятность столкновения с 20-километровым Эросом в ближайшие 400 млн. лет оценивается в 20%. Небезынтересно узнать, что по оценкам американских ученых Г. Везерилла и Э. Шумейкера Земля в течение 1 млн. лет сталкивается с десятью астероидами поперечником 0,5 км и более. Наша планета хранит следы таких столкновений в прошлом в виде астроблем, изучение которых дает много новой информации (Земля и Вселенная, 1975, № 6, с. 13.—Ред.). Описание самих процессов столкновения астероидов с Землей, образования кратеров, а также сведения об астроблемах диаметром до 100 км наверняка заинтересуют читателя. По утверждению автора книги в настоящую эпоху ни один из известных «аполлонцев», «атонцев» или «амурцев» не грозит нам падением. Мелкие фрагменты космического вещества выпадают на Землю в огромном количестве — десятки тысяч тонн ежегодно.

Важное научное значение имеет исследование метеоритов. Автор показывает: состав метеоритного вещества, его разнообразие и предполагаемые условия, в которых оно могло образоваться, дают ин-

формацию о тех процессах, что происходили в протопланетном облаке на ранней стадии образования Солнечной системы.

Что же касается самих астероидов, то их взаимные столкновения тем более неизбежны. К каким последствиям они приводят, читатель узнает, прочитав эту главу.

Следующая, четвертая, глава рассказывает о физических свойствах астероидов: об их размерах, о том, как быстро они вращаются вокруг своих осей и какова точка зрения ученых на происхождение этого вращения, как астероиды отражают свет и какова их температура, и о многом другом. Здесь же читатель познакомится с методами изучения физических свойств астероидов, узнает, какую основную информацию можно получить из фотометрических, поляриметрических, радиометрических и спектрофотометрических исследований. Оказалось, что по некоторым свойствам астероиды существенно различаются между собой. Это позволяет поделить их на композиционные типы, отличающиеся прежде всего составом вещества поверхности. Основные из них С-, S- и M-типы (углистые, силикатные и металлические). Последние данные свидетельствуют о том, что не только астероиды С- и S-типов, но и другие тяготеют внутри пояса к определенным гелиоцентрическим орбитам. Это можно объяснить тем, что в зависимости от расстояния до Солнца физические условия в протопланетном облаке были различными. Астероиды, говорит автор,— это важный источник информации, которой так недостает для построения со-

временной космогонии Солнечной системы.

Последняя небольшая глава переносит читателя от пояса астероидов к центру Галактики и убеждает: возникновение Солнца и планетной системы нельзя рассматривать вне связи с процессами, происходящими в Галактике (рождение звезд из молекулярно-пылевых облаков, вспышки сверхновых и др.). Подтверждением этого служат новые данные исследований изотопных аномалий в метеоритах, свидетельствующие о том, что «в астероидном веществе в зашифрованном виде содержится летопись событий, происходивших задолго до рождения Солнечной системы». Отсюда фундаментальное значение исследований пояса астероидов. Существует и чисто прикладной аспект в изучении этих тел, связанный с возможной в будущем разработкой полезных ископаемых и промышленным освоением пояса астероидов.

Можно с уверенностью сказать, что автору удалось успешно решить поставленную перед собой задачу. Книга содержит много новых данных об астероидах, написана хорошим языком. Она будет полезна не только школьникам и любителям астрономии, но также преподавателям, студентам и аспирантам, профессионально занимающимся астрономией. С интересом прочтут ее и научные работники — астрофизики, небесные механики, космохимики, минералоги и другие.

Автор книги Алла Николаевна Симоненко — один из самых активных популяризаторов новых знаний об астероидах. Читателю, вероятно, известны ее предыдущая книга «Метеориты — осколки астероидов» (М.: Наука, 1979), брошюра «Пояс астероидов» (серия «Знание», 1977), многочисленные статьи в научно-популярных журналах «Земля и Вселенная», «Природа» и газетах. Она внесла существенный вклад в

изучение структуры и динамики пояса астероидов, природы и движения астероидов групп Аполлона и Амура, их генетической связи с другими малыми телами Солнечной системы.

В конце 70-х — начале 80-х годов Алла Николаевна очень много сделала для развития современных физических исследований астероидов. К сожалению, жизнь ее оборвалась в самом расцвете творческих способностей и слишком рано, чтобы можно было осуществить все задуманное. Вышедшая уже после смерти автора книга «Астероиды», безусловно, будет способствовать развитию в нашей стране исследований астероидов и послужит хорошей памятью о талантливом ученом, интересном и обаятельном человеке, чья жизнь целиком была отдана науке.

Рейсы кораблей науки (июль — декабрь 1985 года)



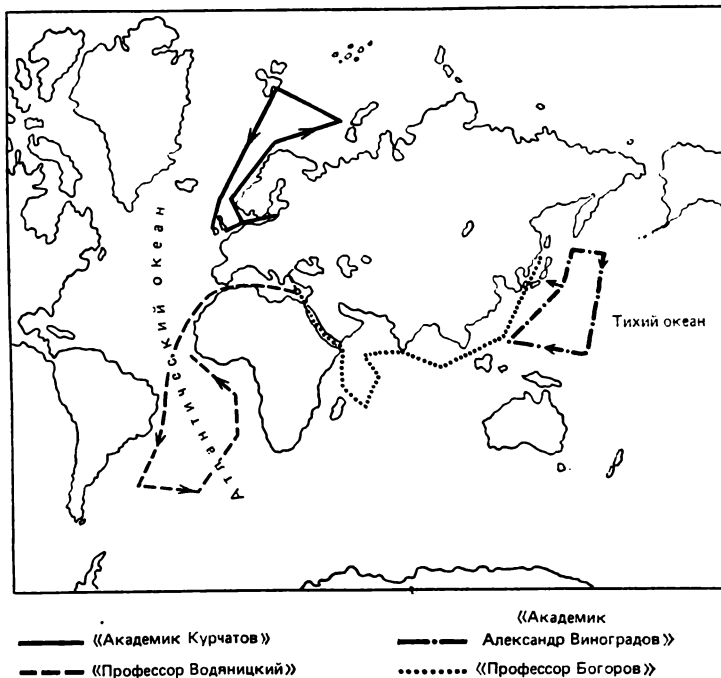
Академический флот в этом полугодии пополнился новым научно-исследовательским судном «Академик Опарин» (водоизмещение около 2600 т). Оно предназначено для биологических работ и передано Тихоокеанскому институту биоорганической химии Дальневосточного научного центра АН СССР.

Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР на судне «Профессор Штокман» провел экспедицию на Баренцевом и Карском морях. В рейсе исследовались осадоч-

ная толща и литолого-геохимические характеристики морского дна для оценки нефтегазоносности этих бассейнов. Научно-исследовательское судно «Дальние Зеленцы» Мурманского морского биологического института выполнило экспедицию в Баренцевом, Норвежском и Гренландском морях. Главные ее задачи — сбор материалов для воссоздания океанологической и био-

логической истории этих морей в голоцене и плейстоцене. Выяснялись закономерности развития биоценозов, особенности расселения фауны и флоры, влияние природной обстановки на изменение биопродуктивности.

В северо-восточной части Атлантического океана совершил рейс «Академик Курчатов» (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР). Был собран подробный материал по гидрологии, тонкой структуре гидрофизических полей, мелкомасштабной турбулентности, внутренним и поверхностным волнам. В результате выявились неизвестные ранее детали пространственно-временной изменчивости гидрофизических полей. Построена схема цир-



Маршруты советских научно-исследовательских судов в июле — декабре 1985 года

куляции вод в обследованном регионе.

На судне «Витязь» (Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР) выполнены экспедиционные исследования по проекту «Разрезы». В энергоактивной зоне северо-западной Атлантики удалось получить новые данные о гидрологических полях, теплосодержании водной толщи, тепло- и влагообмене системы «океан — атмосфера». Одновременно проводились работы по проекту ДЮМАНД, определялись районы океана, пригодные для продолжительной регистрации космических мюонов. В этом полугодии состоялась еще одна экспедиция по проекту «Разрезы». С судна «Академик Вернадский» (Морской гидрофизический институт АН УССР) исследовалось взаимодействие атмосферы и океана на Атлантическом тропическом полигоне — в энергоактивной зоне.

В северо-западной части Тихого океана совершил рейс «Академик Александр Виноградов» (Тихоокеанский океанологический институт ДВНЦ АН СССР). Исследовались гидролого-акустические характеристики морской воды, акустические шумы в различных районах океана. На судне «Академик Лаврентьев» того же института были выполнены экспедиционные исследования в Южно-Китайском море. Здесь проводилась океанологическая съемка некоторых районов в летний период.

Институт геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского АН СССР на судне «Академик Борис Петров» выполнил экспедицию в центральной части Атлантики. Основная задача рейса — изучение тонкой структуры пространственного распределения гидрофизических и примесных полей морской среды в при-

поверхностном слое океана. Определялась связь между гидрофизическими полями и полем естественной радиоактивности морской среды. Рейс «Профессора Водяницкого» (Институт биологии южных морей АН УССР), проведенный в южной Атлантике, был посвящен изучению продуктивности мельчайшего планктона в различных типах водных масс.

Программа очередного рейса судна «Профессор Богоров» (Тихоокеанский институт биологической химии ДВНЦ АН СССР) включала химические и биохимические исследования морских организмов в тропической зоне Индийского океана и Красном море. Цель экспедиции — поиск новых продуцентов физиологически активных веществ, эти вещества представляют интерес как потенциальные лекарства и биопрепараты.

А. А. ГОНЧАРЕНКО



«Неисчерпаемость бесконечности»

С выходе в свет этой научно-популярной книги Ф. Ю. Зигеля (М.: Детская литература, 1984) уже сообщалось в нашем журнале (Земля и Вселенная, 1985, № 2, с. 77). В заметке было сказано, что книга появилась в серии «Люди. Время. Идеи» и адресована старшим школьникам. Там же было отмечено, что она содержит «немало спорных сведений, целесообразность освещения которых могла бы стать предметом подробной рецензии». Теперь такая рецензия и предлагается вниманию читателей.

При своем небольшом объеме (256 страниц карманного формата с иллюстрациями) книга очень содержательна, пожалуй, даже перегружена информацией. В ней рассказано о бесконечности пространства и времени, о бесконечных множествах, о бесконечном разнообразии, бесконечной сложности, бесконечности познания и неисчерпаемости материального мира. (И не случайно на обложке изображена змея, заглатывающая свой хвост,— древний символ бесконечности). Книга знакомит читателя «с ролью бесконечности в математике, астрономии, физике, философии», ведет его в неоглядные дали Вселенной и в бездонные глубины материи. Вместе с тем читатель встретит здесь нема-



ло такого, что имеет лишь косвенное отношение к основной теме (например, о происхождении человека и об эволюции мозга).

Книга читается легко, однако написана она довольно неровно: разделы более близкие автору, изложены живо и увлекательно, тогда как другие — суховаты по стилю и воспринимаются труднее. Ф. Ю. Зигель — опытный популяризатор и ряд сложных понятий он доходчиво разъясняет на простых и наглядных примерах и аналогиях. В качестве образца здесь можно упомянуть очень удачное — без формул и расчетов — объяснение вывода

Эйнштейна о различии течения времени в движущихся системах отсчета, а также природы гипотетических объектов, которые академик М. А. Марков назвал фридмонами. Но местами автор неоправданно сгущает краски, преувеличивая трудности истолкования некоторых явлений. Так, по поводу сверхсветовых скоростей, наблюдаемых в квазарах, в книге приводятся «искусственные и неправдоподобные объяснения», делается вывод, будто «загадка сверхсветовых скоростей в квазарах пока остается нерешенной». На самом деле физика дает вполне естественное объяснение этим кажущимся сверхсветовым скоростям (Земля и Вселенная, 1973, № 6, с. 36; 1978, № 1, с. 4.—Ред.).

Встречаются и небрежности изложения. Например, вывод теории тяготения Эйнштейна об искривлении пространства-времени формулируется вне связи с предшествующими рассуждениями (с. 62). Создается впечатление, что текст подвергался сокращению, от чего нарушилась связность изложения. На рисунке (с. 22) изображена таблица, но отсутствует «змейка», упоминаемая на с. 21 в ссылке на этот рисунок. Отсутствует и рисунок, на котором, в соответствии со ссылкой на с. 54, должно быть изображено, как склеить лист Мебиуса

(На с. 58 с подписью «Лист Мебиуса» показано, что получается, если лист Мебиуса разрезать по средней линии). На с. 103 читаем: «Ныне наиболее интенсивно первичный фотонный газ должен излучать радиоволны в сантиметровом диапазоне». Но фотонный газ не излучает, он сам и есть излучение (фотоны — это кванты излучения), в данном случае — преимущественно в области радиоволн.

Попадают неудачные выражения, например, на с. 34 сказано, что «бомба летит по изогнутой параболе» (разве бывает прямая парабола?). Ускорение силы тяжести на Земле названо на с. 69 «земным ускорением». На с. 80 Н. Коперник назван «служителем церкви», что по существу неверно. Есть искажающие смысл опечатки: так, на с. 146 читаем «звездообразанный спутник» вместо «звездообразный». А что такое «связь мгновенной связи с внеземными цивилизациями» (с. 225)? Непонятно, что имел в виду автор, утверждая на с. 194: «что такое электрический заряд, до сих пор никто не знает». Электрический заряд — понятие элементарное, и что оно означает, можно прочитать в любом учебнике физики или в энциклопедическом словаре.

Упомянутые недостатки досадны, но не принципиальны. Более серьезные претензии можно и должно предъявить автору по поводу отбора материала и его освещения. А именно: в книге наряду с бесспорными теориями и научно обоснованными гипотезами излагаются сомнительные измышления, которым к тому же не дается должной оценки. Так, целый параграф посвящен «Теории

Фундаментального Поля», предложенной И. Л. Герловиным. Изложение ведется в рекламном духе и вызывает недоумение: если И. Л. Герловину действительно удалось решить задачу построения единой теории поля, с которой не справился А. Эйнштейн, то почему его теория не пользуется всеобщим признанием и не вошла в учебники, а названы лишь несколько имен ученых (к тому же отнюдь не самых крупных физиков-теоретиков), поддерживающих ее? Такое изложение порочно с педагогической точки зрения, потому что оно внушает неискушенному читателю представление, будто наука состоит из мнений, которых вольны придерживаться одни ученые и которые не обязательны для других. Таким образом, представление об объективной истине вообще исчезает.

В следующем параграфе, озаглавленном «Что такое время?», в таком же духе излагаются идеи Н. А. Козырева. Но здесь ситуация иная. Н. А. Козырев (1908—1983) был талантливым ученым, однако у специалистов существует обоснованное мнение по поводу ряда его работ, что их не следовало публиковать даже в специальных научных изданиях ввиду неубедительности приводимых им доказательств. И уж во всяком случае их не следует широко популяризировать, тем более в книге, рассчитанной на юношескую аудиторию.



Магнитный полюс снова переместился

Геофизическая экспедиция Отдела физики Земли Управления горных дел и ресурсов Канады установила новое местонахождение Северного магнитного полюса Земли. Ныне он расположен в 350 км к северо-западу от Резольюта (остров Корнуоллис, Северо-Западная территория Канады).

Известно, что в результате определенных процессов, главным образом в ядре Земли, магнитные полюса планеты постоянно перемещаются. Сейчас Северный магнитный полюс движется на север со средней скоростью около 10 км в год, хотя иногда за одни сутки он может преодолеть до 80 км.

Примерно раз в десятилетие положение магнитных полюсов приходится определять заново, после чего ученые составляют новые карты, необходимые, в частности, для навигации. В 70-х годах Северный магнитный полюс располагался примерно в центре острова Батерст (архипелаг Парри), а до того — много южнее, на полуострове Бутия (и то и другое — также в пределах Северо-Западной территории Канады).

New Scientist, 1985, 106, 1461

НОВЫЕ КНИГИ

Астрономия для малышей

Издательство «Педагогика» в 1986 году выпустило вторым изданием книгу Е. П. Левитана «Малышам о звездах и планетах» (первое издание, поступившее в продажу в 1981 году, быстро разошлось). Чем же привлекает книга? Это первое в нашей стране издание для детей дошкольного и младшего школьного возраста, посвященное увлекательнейшей науке астрономии. Построена книга в форме бесед, которые ведет Папа с двумя своими детьми-дошколятами, рассказывая им о Солнце и Солнечной системе, звездах и планетах. Рассказывает ярко и образно и в то же время доступным для малышей языком. Усваивая в ходе своеобразной игры простейшие сведения об окружающем мире, Света и Алка узнают вначале, что Солнце — это раскаленный шар, а в конце — сколько спутников у Юпитера и какие они.

Книгу украшают прекрасные цветные иллюстрации, выполненные известными художниками С. Алимовым и А. Рюминым. И не только украшают, но и помогают детям лучше понять и осмыслить прочитанное. С этой же целью на полях книги помещены до-

кументальные фотографии, гравюры и рисунки.

Во введении, которое называется «Только для взрослых», автор дает рекомендации, как читать книгу детям, а в начале каждого из четырех ее разделов приводит полезные методические указания, облегчающие усвоение изложенного в ней материала.

Книга безусловно принесет большую пользу, ведь занятия астрономией развивают у детей такие ценные качества, как любознательность и наблюдательность, умение осмысливать результаты наблюдений.

НОВЫЕ КНИГИ

Целесообразность и красота симметрии

Под влиянием земного тяготения все природные тела приобретают внешние сходные черты, которые характеризуются обобщающими законами симметрии. Выявление этих законов — тема научно-популярной книги И. И. Шафрановского «Симметрия в природе» (Л.: Недра, 1985). Как подчеркивает сам автор, речь идет в ней «лишь о самых общих чертах, о грубо взятых внешних формах, улавливаемых в большинстве случаев простым глазом».

Книгу, состоящую из одиннадцати глав, можно условно

разделить на четыре части. В первой даются понятия, необходимые для усвоения материала, во второй читатель знакомится с основами учения о симметрии и геометрии природных форм, с сущностью универсального принципа симметрии П. Кюри. Третья часть посвящена обзору форм различных природных объектов: кристаллов, растений, беспозвоночных и позвоночных животных, геологических образований (здесь автор приводит несколько примеров целесообразности и красоты симметрии). Четвертая часть содержит некоторые обобщающие итоги.

Кроме универсального принципа симметрии, доминантой проходящего через всю книгу и позволяющего объединить внешние формы разнообразнейших природных тел, автор привлекает и новейшие понятия. Это и криволинейная симметрия по Д. В. Наливкину, и симметрия подобия по А. В. Шубникову, и многоцветная симметрия по Н. В. Белову и А. М. Заморзаеву, и динамическая симметрия.

Книга И. И. Шафрановского — для большей наглядности и доходчивости в ней приводятся яркие примеры из художественной литературы — рассчитана на широкий круг читателей. Однако она несомненно принесет пользу и специалистам: ботаникам, геологам, зоологам, минерологам, кристаллографам, физикам и даже художникам, архитекторам и поэтам.

Сдано в набор 18.02.86. Подписано к печати 19.04.86. Т-03566. Формат бумаги 70×100^{1/16}.

Высокая печать. Усл.-печ. л. 9,03. Уч.-изд. л. 11,8. Усл. кр.-отг. 440 тыс. Бум. л. 3,5.

Тираж 40 000 экз. Заказ 2287. Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука», 103717, ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21.

2-я типография издательства «Наука», 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., д. 6

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

Земля и Вселенная

• МАЙ • ИЮНЬ • 3/86

Редакционная коллегия:

Главный редактор
доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ

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

Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН
Академик
Г. А. АВСЮК
Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ
Кандидат физико-математических наук
В. А. БРОНШТЭН
Доктор юридических наук
В. С. ВЕРЕЩЕТИН
Кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
Доктор технических наук
А. А. ИЗOTOV
Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН

Доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН
Кандидат физико-математических наук
Г. А. ЛЕЙКИН
Доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕЕНКО
Доктор физико-математических наук
А. В. НИКОЛАЕВ
Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИЦОВ
Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
Доктор физико-математических наук
М. А. ПЕТРОСЯНЦ
Доктор физико-математических наук
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ
Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ
Кандидат технических наук
Г. М. ТАМКОВИЧ
Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН
Доктор технических наук
К. П. ФЕОКТИСТОВ

Художественный редактор **Е. А. Проценко**

Адрес редакции: 103717. ГСП, Москва, К-62.
Подсосенский пер., д. 21, комн. 2

Телефоны: 227-02-45; 227-07-45

Корректоры: В. А. Ермолаева, Л. М. Федорова

На первой странице обложки: комета Галлея 7 января 1986 года. Снимок получен К. И. Чурюмовым, Д. А. Рожковым и Д. И. Городецким на 50-сантиметровом менисковом телескопе Астрофизического института АН КазССР (г. Алма-Ата)

Четвертую страницу обложки (к статье М. М. Дагаева) оформил А. В. Хорьков

Номер оформили: А. Г. Калашникова, А. В. Хорьков, Е. К. Тенчурина

13 НОЯБРЯ 1986 Г.
ПРОХОЖДЕНИЕ МЕРКУРИЯ
ПО ДИСКУ СОЛНЦА



Земля и Вселенная

ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“
ЦЕНА 65 КОП.
ИНДЕКС 70336

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

3/86