



Земля и Вселенная

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

4/86

На орбите — станция «Мир»

После того, как 21 марта 1986 года была осуществлена стыковка транспортного корабля «Прогресс-25» с научной станцией «Мир», в космосе начал полет орбитальный пилотируемый комплекс «Мир» — «Союз Т-15» — «Прогресс-25». Программа работ экипажа в последующие дни включала в основном разгрузку автоматического транспортного корабля и размещение на станции доставленного оборудования. Одновременно с этим Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев выполняли запланированные испытания и отладку новых систем и аппаратуры станции «Мир» в пилотируемом режиме работы. После подготовительных операций по проверке герметичности заправочных магистралей и откачке сжатого азота проводилась дозаправка баков станции топливом из емкостей грузового корабля. С использованием его двигательной установки 26 марта была произведена коррекция орбиты пилотируемого комплекса.

28 марта у Л. Д. Кизима и В. А. Соловьева началась третья неделя орбитального полета. Космонавты полностью разгрузили автоматический транспортный корабль «Прогресс-25», установили на штатные места доставленное оборудование и продолжили испытания систем и аппаратуры станции «Мир». В частности, они осуществили обработку различных режимов управления полетом, проверили функционирование бортового информационно-вычислительного комплекса, радиотехнических средств связи. В соответствии с планом медицинского контроля экипажа проводилось комплексное обследование сердечно-сосудистой системы.

По намеченной программе 29 марта Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев испытывали новую радиотехническую систему, позволяющую надежно обеспечивать связь экипажа с Центром управления полетом через спутник-ретранс-

лятор во время нахождения пилотируемого комплекса вне зоны радиовидимости с территории Советского Союза. В ходе пробного сеанса двухсторонней связи, помимо служебных радиопереговоров, космонавты провели телевизионный репортаж. В качестве ретранслятора при этом использовался ИСЗ «Луч» («Космос-1700»), находящийся на геостационарной орбите. Новая комплексная радиотехническая система связи позволит значительно расширить возможности управления сложным научно-исследовательским комплексом, увеличить объем и оперативность получаемой с его борта информации.

В последующие дни космонавты контролировали функционирование отдельных агрегатов и аппаратуры, занимались отладкой бортового информационно-вычислительного комплекса. Для определения динамических характеристик сложной космической системы, состоящей из базового блока и двух кораблей, Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев выполнили технический эксперимент «Резонанс». По плану работ с автоматическим транспортным кораблем «Прогресс-25» произведены дозаправка еще двух топливных баков объединенной двигательной установки станции и наддув жидких отсеков кислородом.

4 апреля подошла к завершению третья неделя трудовой вахты Л. Д. Кизима и В. А. Соловьева на борту орбитальной научной станции «Мир», запущенной, как известно, 20 февраля 1986 года. Космонавты продолжали испытания усовершенствованных систем и агрегатов станции, монтаж доставленного грузовым кораблем оборудования. Параллельно с этими работами они начали геофизические исследования по заданиям специалистов различных отраслей народного хозяйства страны. Так, на 4 апреля для экипажа были запланированы визуальные наблюдения и съемка ручной фотоаппаратурой отдельных районов республик

Средней Азии, Украины, Краснодарского края, Кавказа. Цель таких работ — оценить возможности определения из космоса состояния озимых культур после зимовки. Распорядком дня были также предусмотрены проверка функционирования бортовых систем орбитального комплекса, медицинский контроль, занятия физическими упражнениями.

К 15 апреля минул месяц с того дня, как Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев начали работу на борту орбитальной научной станции «Мир». В соответствии с программой полета космонавты испытывали элементы конструкции, оборудования и аппаратуры станции. В частности, они проверяли функционирование агрегатов системы терморегулирования в различных режимах работы, проводили тест резервного комплекта средств радиосвязи. Были также предусмотрены визуальные наблюдения отдельных районов земной поверхности, занятия физическими упражнениями на комплексном тренажере. В целях всесторонней оценки состояния здоровья экипажа и для отладки новой клинической аппаратуры «Гамма» Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев проходили очередное медицинское обследование.

Одновременно с испытаниями новой орбитальной станции «Мир» экипаж выполнял значительный объем работ по программе исследования природных ресурсов Земли и изучения окружающей среды. По методике, разработанной госцентром «Природа», космонавты произвели несколько серий визуальных наблюдений типовых природных объектов. Цель этих опытов — изучение влияния атмосферных помех и условий освещенности на геофизические исследования. Для определения динамических характеристик станции «Мир» и величин действующих на нее нагрузок был поставлен технический эксперимент «Резонанс». Эксперимент проходил в процессе коррекции орбиты комплекса «Мир» — «Союз Т-15» — «Прогресс-25».

Продолжение. Начало в № 3, 1986.

Продолжение на с. 2.

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

Земля и Вселенная

• ИЮЛЬ • АВГУСТ • 4/86

В номере:

- Барсуков В. Л., Сурков Ю. А.—
Поверхность и кора Венеры 3
Киенко Ю. П.— Космическое природо-
ведение и интенсификация экономики 16
Вайсберг О. Л.— Пылевая оболочка
кометы Галлея 26
Комберг Б. В.— «Каннибализм» в мире
галактик 33

ЛЮДИ НАУКИ

- Чугай Н. Н.— Эвальд Рудольфович
Мустель 41
Памяти Бориса Абрамовича Петрушев-
ского 44

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- Порцевский К. А.— Национальная
конференция по астрономии в Болга-
рии 47
Ермаков В. А.— VI Всесоюзное вул-
канологическое совещание 50
Лиханов Б. Н.— Форум географов 56

ЭКСПЕДИЦИИ

- Войтов В. И.— Десять рейсов «Витязя» 59

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- Авдеевский В. С.— Выдающийся
теоретик космонавтики 65

НЕОБЫЧНЫЕ НЕБЕСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

- Платов Ю. В.— Аномальные явления:
сенсации и действительность 73

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- Андронов И. Л., Менченкова Е. В.
— Одесская заочная астрономическая
школа 81

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- Войнов С. С.— Астрономия в пионер-
ском лагере 83

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- Микиша А. М.— Новый выпуск «Исто-
рико-астрономических исследований» 91

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Два космических «дома» — «Мир» и «Салют-7» [2, 55]; «Тепличный эфферт» в стратосфере (15); Советские фотографии ядра кометы Галлея [30]; «Джотто» изучает комету Галлея [32]; Новые книги [58, 82, 92, 93]; Аминокислоты из космоса [71]; Панспермия: новые ограничения? [71]; Тропические циклоны изучают из космоса [72]; Сейсмический режим влияет на климат? [80]; Астрономическая обсерватория в «Орленке» [89]; Космические весны «орлят» [89]; Книги 1987 года [94]; Кислотный дождь и древние соборы [95]; Солнце в феврале — марте 1986 года [96].

Два космических «дома» — «Мир» и «Салют-7»

23 апреля 1986 года в 23 ч 40 мин московского времени в Советском Союзе произведен запуск автоматического грузового корабля «Прогресс-26». 27 апреля 1986 года в 01 ч 26 мин московского времени «Прогресс-26» был состыкован с орбитальным пилотируемым комплексом «Мир» — «Союз Т-15». Стыковка со станцией осуществлена со стороны агрегатного отсека. Корабль «Прогресс-26» доставил на орбиту топливо для объединенной двигательной установки, продукты, воду, оборудование и аппаратуру для оснащения станции «Мир», а также почту.

К 3 мая минуло 50 дней работы Л. Д. Кизима и В. А. Соловьева на орбитальной станции «Мир» — завершился первый этап пилотируемого полета станции. По программе 5 мая был запланирован перелет Л. Д. Кизима и В. А. Соловьева на орбитальный комплекс «Салют-7» — «Космос-1686», который с 21 ноября 1985 года находился в автоматическом режиме. Экипаж приступил к консервации аппаратуры и отдельных агрегатов станции «Мир». Одновременно осуществлялся медицинский контроль и проводились занятия физическими упражнениями.

5 мая в 16 ч 12 мин московского времени произошло отделение пилотируемого корабля «Союз Т-15» от орбитального комплекса «Мир» — «Прогресс-26». На следующий день, 6 мая 1986 года, в 20 ч 58 мин московского времени Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев выполнили стыковку корабля «Союз Т-15» с орбитальным комплексом «Салют-7» — «Космос-1686». Впервые в практике пилотируемых полетов осуществлен перелет с одной орбитальной станции на другую. Сближение и стыковка корабля со станцией проводились в несколько этапов. В ходе автономного полета корабля «Союз Т-15» были сделаны две коррекции траектории его движения, в результате которых корабль вышел на орбиту комплекса «Салют-7» — «Космос-1686» и приблизился к нему на расстояние около пяти километров. Дальнейшие операции по сближению и наведению выполнялись экипажем вручную с использованием бортовой электронной вычислительной машины и оптических приборов. Четкие и слаженные действия космонавтов обеспечили причаливание и стыковку в расчетное время. После проверки герметичности стыковочного узла Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев перешли в помещение станции.

Станция «Салют-7» уже четыре года функционирует на околоземной орбите, из них более двух лет — в пилотируемом режиме. За это время осуществлены четыре длительные экспедиции, на станции работали девять экипажей космонавтов, в том числе два международных.

Л. Д. Кизиму и В. А. Соловьеву предстояло продолжить научно-технические исследования и эксперименты, предусмотренные программой эксплуатации станции «Салют-7», а также провести ряд регламентных профилактических работ.

Успешно выполненный перелет экипажа со станции «Мир» на станцию «Салют-7» — важный шаг в освоении космоса, открывающий новые возможности обслуживания на орбите перспективных научно-исследовательских комплексов.

8 мая исполнилось три дня пребывания космонавтов на борту орбитального комплекса «Салют-7» — «Союз Т-15» — «Космос-1686». В соответствии с намеченной программой экипаж продолжал операции по переводу станции «Салют-7» в режим пилотируемого полета. Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев провели, в частности, расконсервацию системы жизнеобеспечения, проверили функционирование радиотехнических средств связи, состояние пультов, приборов и оборудования. Запланированы также регламентные профилактические работы с системами терморегулирования и электропитания, контроль отдельных блоков автоматики и электрических коммуникаций станции.

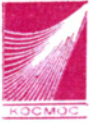
13 мая трудовая вахта Л. Д. Кизима и В. А. Соловьева в космосе составила два месяца. За это время они успешно испытали конструкции агрегатов и систем новой орбитальной станции «Мир», установили дополнительное оборудование, доставленное двумя транспортными кораблями. Осуществив перелет на станцию «Салют-7», космонавты столь же активно начали обживать и свой новый космический «дом». Так, они занимались проверкой функционирования системы ориентации в пилотируемом режиме, заменили один из приборов в контуре управления работой двигателей. Проводились также запланированные контрольно-профилактические мероприятия с отдельными элементами электрических коммуникаций, выполнялись физические упражнения на велоэргометре и «бегущей» дорожке.

К 20 мая, проработав на станции «Салют-7» две недели, Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев произвели расконсервацию станции и выполнили намеченные профилактические мероприятия на ее борту. В соответствии с программой геофизических исследований экипаж провел серию визуальных наблюдений земной поверхности, в частности биосферных заповедников на территории Советского Союза.

(Продолжение на с. 55)

Член-корреспондент АН СССР
В. Л. БАРСУКОВ

Профессор
Ю. А. СУРКОВ



Поверхность и кора Венеры

Как известно, полеты космических аппаратов и наземные исследования Венеры позволили развить новые представления о ее поверхности и породах (их составе, строении и свойствах). Эти представления основываются главным образом на четырех панорамных изображениях поверхности, исследовании элементного состава и физических характеристик пород в семи районах посадок станций. Вместе с тем определенная информация о породах была получена исходя из состава приповерхностной атмосферы, а также физических и климатических условий, существующих у поверхности. Наконец, важный вклад внесли радиолокационные исследования крупномасштабных геологических структур. Все это позволило за последние два десятилетия значительно расширить представления о поверхности и коре Венеры, несмотря на мощную атмосферу, плотный облачный слой и суровые климатические условия на планете.

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ЗЕМЛИ

Современные радиотелескопы работают обычно на длинах волн от 1 до 30—60 мм — в пределах прозрачности земной атмосферы. (Волны меньшей длины поглощаются кислородом и парами воды, большей — становятся непроницаемыми для ионосферы). По интенсивности отраженного сигнала и составлялась радиолокационная карта венерианской поверхности. Такого рода измерения в сочетании с измерением поляризации отраженного сигнала позволяют определять электрическую и магнитную проницаемости, плотность, рельеф поверхности и так далее. Однако карта наземных радиолокационных измерений — неполная, она ограничена долготами от 0° до —80° и широтами от —50° до +40°. Причем наилучшее разрешение получается в экваториальной части планеты.

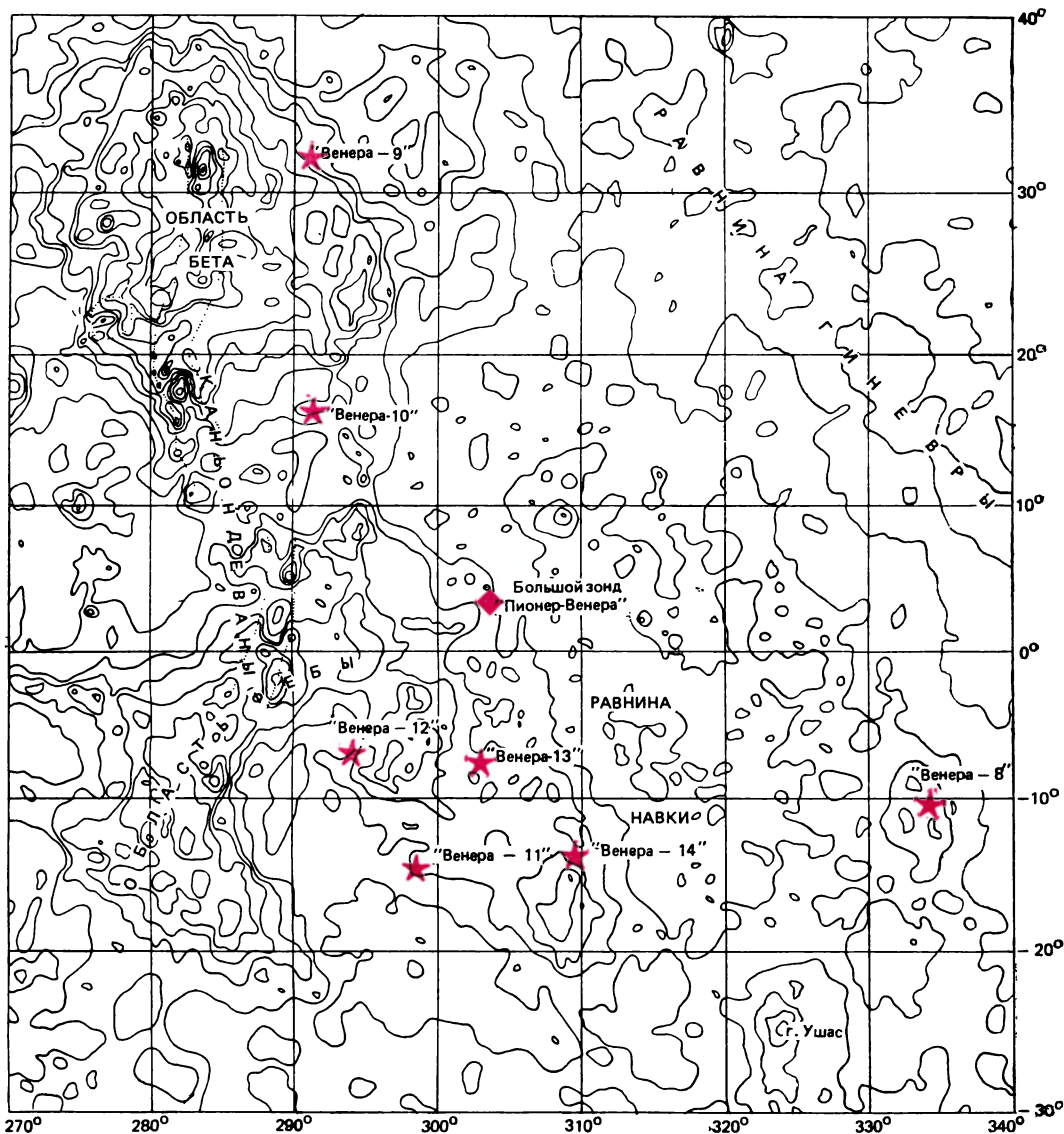
Первые радарные исследования Венеры были проведены почти 20 лет назад. Удалось обнаружить большое различие в отражательной способности разных районов венериан-

ской поверхности. Наблюдавшиеся радиоярки и радиотемные районы поверхности свидетельствуют в основном о различиях в топографии и мелкодисперсной шероховатости (неровности) и в меньшей степени — о физических свойствах поверхности. В последние годы интерес к радиолокации Венеры заметно возрос. Были получены радарные изображения и альтиметрические сечения некоторых районов поверхности. Радарное разрешение по высоте составляло около 100 м, а по поверхности — 10 км вблизи экватора и 100 км вблизи полюсов. Этим методом с более или менее приемлемым разрешением удалось исследовать экваториальную часть планеты, ограниченную широтами $\pm 40^\circ$.

Изображения с высоким разрешением отдельных небольших районов дали возможность выявить крупные структуры, напоминающие кратеры, каньоны и долины. Причем большинство из них, по-видимому, малой глубины. В частности, кратер диаметром 160 км, оказалось, имеет глубину лишь 500 м, это почти на порядок меньше глубины кратеров подобного диаметра на Луне. Если указанные структуры сложены теми же породами, что и лунные кратеры, то они должны были образоваться в раннюю эпоху развития Венеры и их существование свидетельствует: процессы, модифицирующие венерианскую поверхность, шли не столь эффективно, как на Земле.

Была обнаружена и весьма интригующая структура — гигантская желобоподобная депрессия, простирающаяся в длину на 1400 км и имеющая ширину до 150 км, а глубину — до 2 км. Подобные образования могут свидетельствовать об интенсивной тектонической активности на Венере не только в прошлом, но и в настоящем.

Таким образом, радарные изображения, с одной стороны, указывают на существование древних районов, которые, по-видимому, мало изменились со времени образования в них



Карта рельефа поверхности Венеры, построенная по радиолокационным данным, полученным КА «Пионер-Венера». На карте указаны районы посадок спускаемых аппаратов: звездочки — советские аппараты, ромбик — большой зонд «Пионер-Венера»

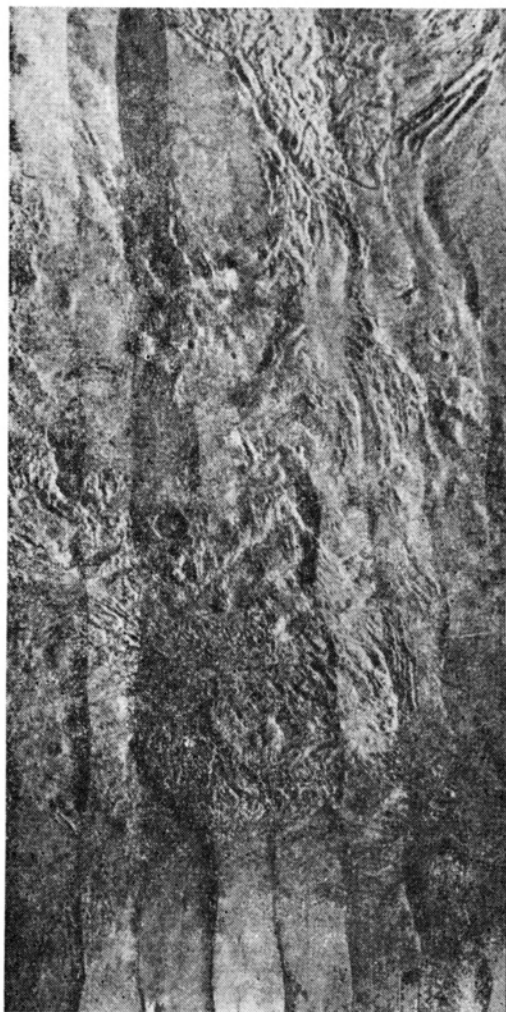
можно, мало уступающие земным. Такие противоречивые обстоятельства пока не имеют убедительного объяснения, ввиду недостатка фактического материала.

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРБИТАЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Альтиметрия и радарные изображения, полученные на американском космическом аппарате «Пионер-Венера», — следующий шаг в понимании глобальных характеристик топо-

кратеров ударного происхождения; с другой стороны, эти изображения дают ряд доказательств того, что Венера — геологически активная планета, здесь формируются геологические структуры, по разнообразию, воз-

Фотомонтаж радиолокационных изображений поверхности Венеры, полученных АМС «Венера-15» и «Венера-16». Показана область диагонально пересекающихся хребтов и долин в районе Земли Иштар, сформировавшихся в результате интенсивных тектонических нарушений в коре Венеры. (Охвачена территория размером 800×1200 км)



графию рельефа, региональной морфологии и хронологии формирования венерианской поверхности. Это позволило сделать некоторые выводы об истории коры и планеты в целом. Разрешение новых изображений приблизительно такое же, как и у полученных наземными методами, однако отснята значительно большая часть поверхности планеты. Для сравнения укажем, что это разрешение было почти в 20 раз меньше, чем то, которое использовалось в свое время при составлении карты Луны по телескопическим данным.

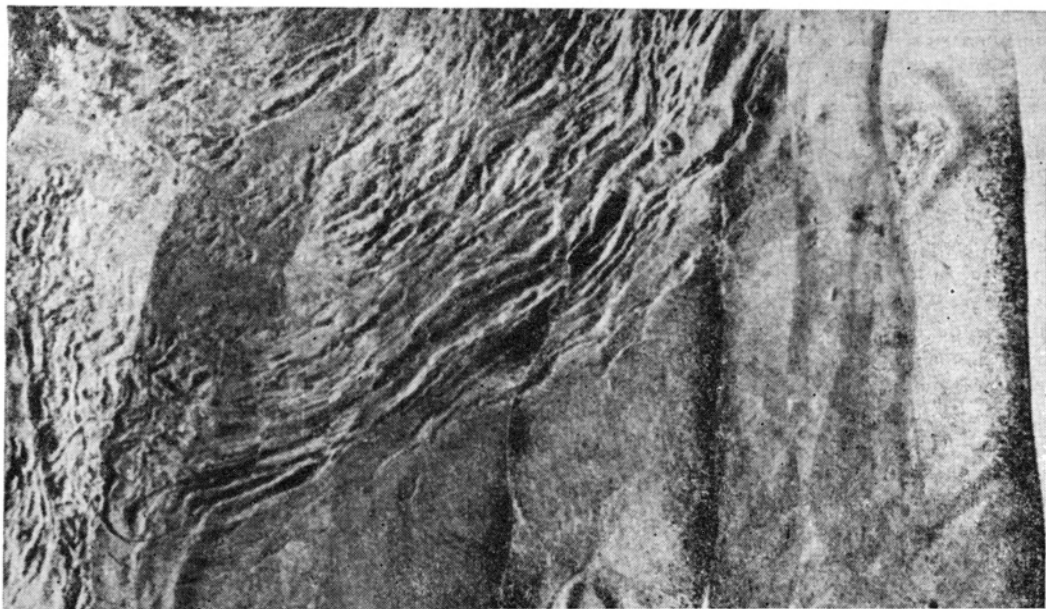
Американский ученый Г. Мазурский, анализируя результаты радиолокационных (наземных и орбитальных) исследований Венеры, все разнообразие особенностей рельефа сводит к трем основным типам провинций: приподнятые холмистые равнины, составляющие примерно 65% поверхности; высокогорные районы, занимающие около 8% поверхности, и гладкие низменности, составляющие примерно четверть всей территории, отснятой космическим аппаратом «Пионер-Венера».

Приподнятые холмистые равнины находятся на уровне выше среднего радиуса планеты. Они имеют много кратероподобных структур, плотность распределения их подобна наблюдаемой и на других планетах земной группы. Эти равнины представляют собой древние кратерированные районы Венеры.

Два высокогорных массива (Земля Иштар и Земля Афродиты), занимающие около 10% поверхности планеты, расположены на высоте от 2 до 11 км по отношению к среднему уровню. Они могут быть покрыты лавой и приподнятыми участками коры низкой плотности, увенчанными большими вулканическими сооружениями. Вулканические и тектонические особенности оказываются более ясно выраженными на Земле Афродиты, чем на Земле Иштар; размытый вид структур Земли Иштар может указывать на большой возраст. Высокогорные районы Венеры более похожи на земные, нежели марсианские, так как они в основном, по-видимому, изостатически

скомпенсированы. Третий высокогорный район образует видимую цепь беспорядочных (нерегулярных) вулканических структур, лежащих вдоль прерывистых сбросовых зон в области Бета. Радарная яркость лучеподобных структур, которые напоминают маловидоизмененные лавовые потоки, вероятно, свидетельствует, что область Бета — молодое геологическое образование.

Низменности являются распространенными провинциями. Они расположены ниже среднего уровня поверхности планеты и имеют небольшую плотность кратеров. Некоторые низменности покрыты лавовыми потоками, подобно земным и лунным низменным районам.



Фотомонтаж радиолокационных изображений поверхности Венеры, полученных АМС «Венера-15» и «Венера-16».

Показана равнина Седны к югу от Земли Иштар, сформировавшаяся в результате площадных базальтовых излияний. (Охвачена территория размером 800×1200 км)

Радиолокационные исследования, проводившиеся в 1982 году на автоматических межпланетных станциях «Венера-15» и «Венера-16», дали возможность с высоким разрешением отснять значительную часть северного полушария венерианской поверхности. Полученные изображения позволили выявить массу новых геологических структур, которые не удалось наблюдать ранее при радиолокационном исследовании Венеры на космическом аппарате «Пионер-Венера».

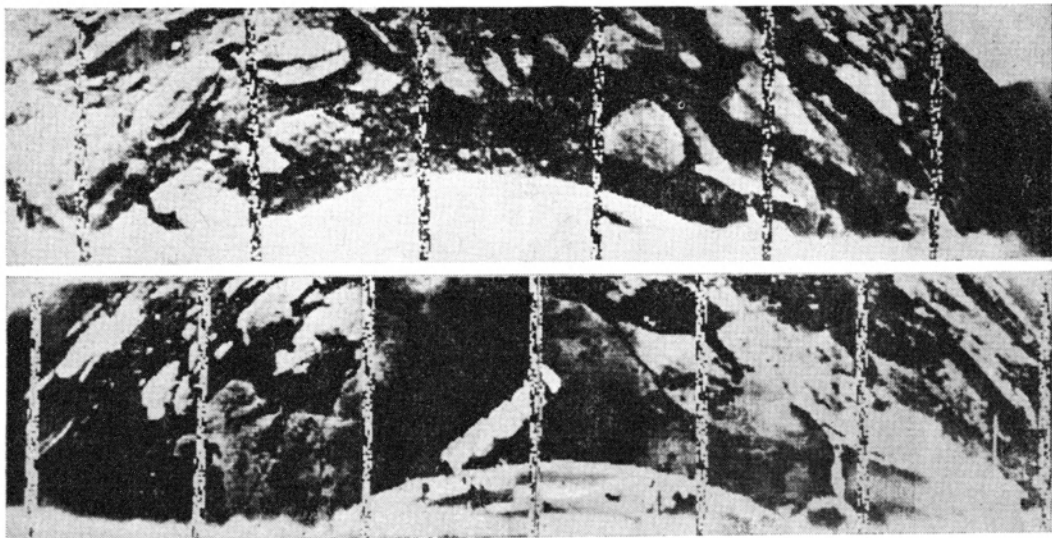
ПАНОРАМЫ ПОВЕРХНОСТИ ВЕНЕРЫ

В 1975 году автоматические межпланетные станции «Венера-9» и «Венера-10» получили первые панорамные изображения поверхности Венеры. Станции произвели посадку на расстоянии 2000 км друг от друга. Ландшафты в районах посадки оказались различными.

В том месте, где опустилась «Венера-9», наблюдается россыпь обломков, она могла образоваться в результате выброса или осыпи. Крупные фрагменты породы лежат на мелкозернистом материале, что напоминает ореол рассеяния, окружающий аризонский метеоритный кратер на Земле. Надо отметить: при плотной атмосфере Венеры мелкозернистая фракция должна оседать вблизи кратера и лишь крупные образования могут улететь далеко. Большинство фрагментов на панораме «Венеры-9» — угловатой формы со свежими и резкими краями, свидетельствующими о том, что они либо недавно образовались, либо процессы эрозии на поверхности Венеры идут медленно.

На панораме «Венеры-10» видна эродированная коренная порода. Темные пятна на породе — вероятно, полости, вскрытые пузыри. Заметен также мелкозернистый материал с низким альбедо, ударного или золотого происхождения. Обе панорамы показали ландшафт, по-видимому, характерный для облика планет, имеющих атмосферы (Венера, Земля, Марс), в отличие от ландшафта безатмосферных тел (Луна, Меркурий).

В 1982 году автоматические межпланетные станции «Венера-13» и «Венера-14» передали новые изображения поверхности Венеры в



Панорамы районов посадки АМС «Венера-9» и «Венера-10»

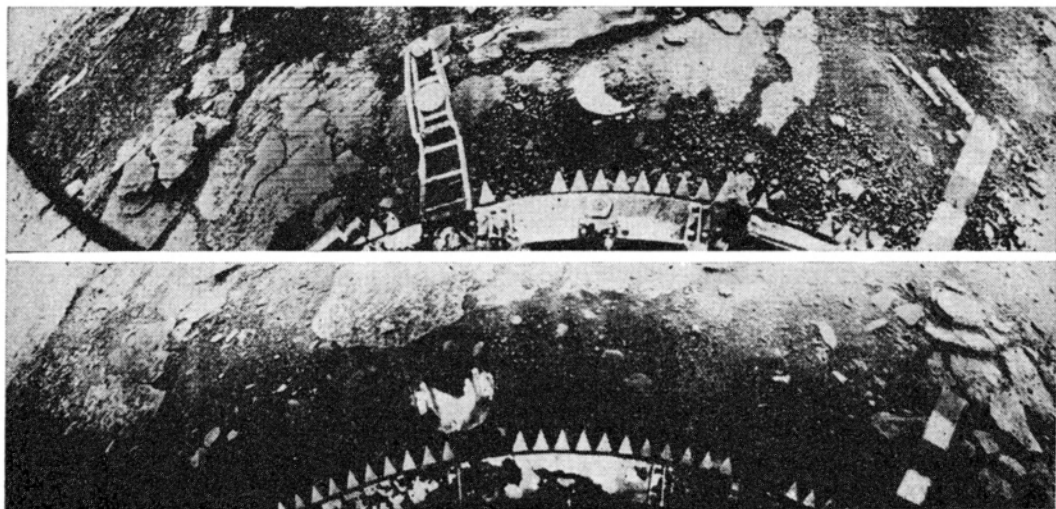
районах посадки. Если на станциях «Венера-9» и «Венера-10» были получены лишь черно-белые изображения с полукруговым обзором поверхности, то на станциях «Венера-13» и «Венера-14» — черно-белые и цветные (синтезированные на основе съемок с фильтрами) изображения с почти круговым обзором поверхности. Угловое разрешение телекамер этих АМС составляло $11'$, что в два раза лучше по сравнению с угловым разрешением телекамер «Венеры-9» и «Венеры-10». При таком угловом разрешении в ближайшей зоне могут быть обнаружены детали поверхности размером в 4—5 мм.

Как следует из панорамы района посадки, станция «Венера-13» исследовала породу в каменистой пустыне. На поверхности видны невысокие выступы коренной скальной породы. Облик коренных обнажений свидетельствует о глубоком химическом выветривании. На отдельных глыбах пород заметны уплощенные выступы между выходами коренной породы, наблюдается более темная поверхность мелкозернистого грунта. Сам грунт рыхлый, и в нем кроме мелкозернистой компоненты имеются угловатые обломки камней размером до 5 см. По внешнему виду зернистого материала можно предположить, что здесь присутствует масса частиц незначительного раз-

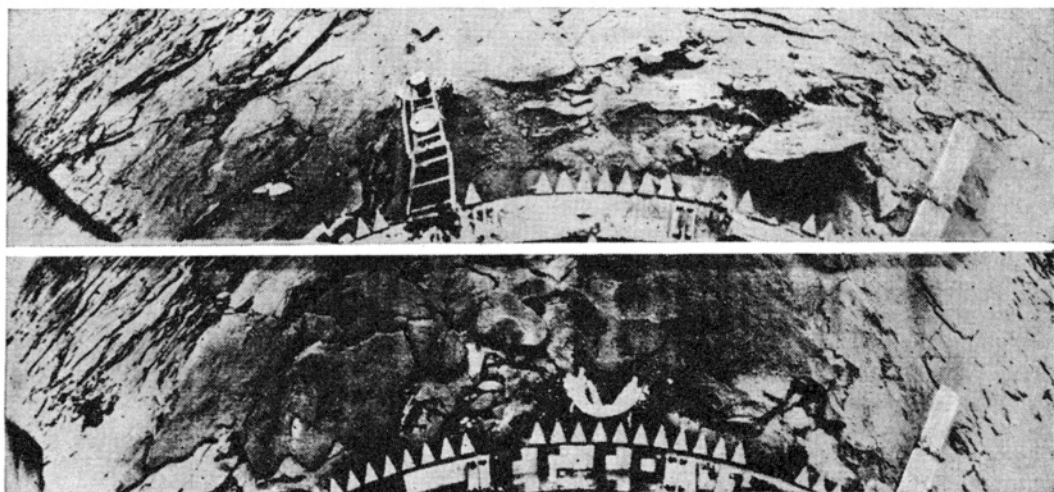
мера, меньше разрешающей способности телефотометра (несколько миллиметров), то есть имеется, по-видимому, и пылевая фракция.

Как известно, «Венера-9» и «Венера-10» опустились на планету несколькими тысячами километров восточнее и северо-западнее места посадки «Венеры-13», хотя и в области распространения того же структурно-морфологического типа поверхности. Если сравнивать панорамы, полученные с космических аппаратов «Венера-9», «Венера-10» и «Венера-13», то сразу бросается в глаза: облик поверхности практически идентичен. Это свидетельствует о том, что наблюдаемый на панорамах рельеф и самый вид пород характерны для данного структурно-морфологического типа поверхности Венеры.

А вот панорама места посадки станции «Венера-14» несколько отличается от панорамы «Венеры-13». На ней практически нет скоплений мелкозернистого темного материала. Да и само место посадки находится на плоской скальной равнине, которая сложена породами, обладающими ярко выраженной субгоризонтальной слоистостью. Причем слои различаются по фототону, а значит, по составу или гранулометрии; видна их многочисленность, малая мощность, однообразное субгоризонтальное залегание. Слоистые породы «Венеры-14» напоминают земные породы седиментационного типа — продукты осадкона-



Панорама района посадки АМС «Венера-13»



Панорама района посадки АМС «Венера-14»

копления в спокойной, нетурбулентной среде. На Земле такой средой служит вода, а на Венере, поскольку воды там нет, аналогичной средой может быть и сама плотная атмосфера планеты. Следовательно, должны существовать механизмы подъема в атмосферу мелкозернистого материала. Причем они, по всей видимости, имеют глобальный характер,

так как слоистость или расслоенность пород видна на всех панорамах мест посадки станций «Венеры-9, -10, -13 и -14», удаленных друг от друга на тысячи километров. В качестве такого «механизма» на Венере, приводящего к подъему рыхлого материала в атмосферу, возможно, выступают вулканические извержения.

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОД

Вся информация о физических свойствах пород на Венере, полученная путем прямых измерений или в результате анализа косвенных данных, свидетельствует: на Венере залегают породы, которые по своим характеристикам близки к земным породам средней плотности и прочности — типа вулканического туфа либо сильно эродированного базальта.

Уже АМС «Венера-9» и «Венера-10» позволили получить первые физические характеристики венерианской породы. На станциях измерялась плотность породы посредством радиационного плотномера, изучались ее характеристики по панорамам тех районов, где были осуществлены посадки станций, а также исследовался процесс соударения датчика плотномера с породой.

Плотномер состоял из двух блоков — датчика, установленного на выносной штанге вне посадочного аппарата, и электронного блока, находившегося внутри посадочного аппарата. В самом датчике располагались радиоизотопный источник ^{137}Cs , вольфрамовая защита и газоразрядные детекторы. После посадки аппарата датчик плотномера опускался на породу. При этом порода облучалась γ -квантами радиоизотопного источника, а рассеянные в обратном направлении γ -кванты регистрировались газоразрядными детекторами. Поскольку число γ -квантов, рассеянных породой в обратном направлении, пропорционально плотности породы, то определение плотности сводилось к измерению скорости счета. Как видно из панорамы АМС «Венера-10», датчик плотномера находился на выходе скальной породы. Именно плотность этой породы и была измерена. Она оказалась равной $2,8 \pm 0,1$ г/см³. Такая плотность соответствует примерно плотности пористого базальта на Земле. Однако столь плотная порода, судя по всему, залегает на Венере далеко не везде: скажем, эксперименты, проводившиеся на других станциях, указывают на меньшую плотность.

«Венера-9» и «Венера-10» оценили также и прочность породы. Анализ соударения датчика плотномера с грунтом привел исследователей к заключению, что видимые на панорамах камни в месте выноса плотномера относятся к скальным или полускальным грунтам

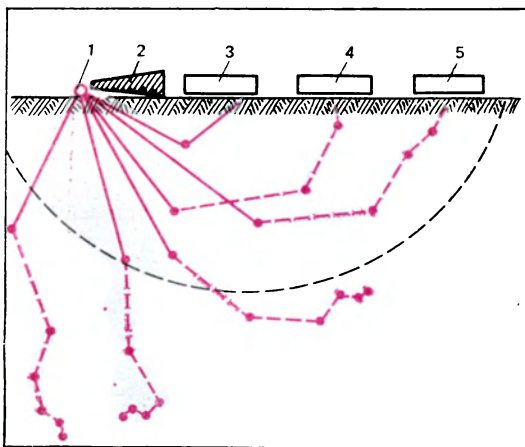


Схема эксперимента по определению плотности породы с помощью радиационного плотномера, установленного на АМС «Венера-10». 1 — источник γ -квантов; 2 — защита; 3, 4, 5 — детекторы γ -квантов

и имеют прочность, измеряемую сотнями кг·см⁻². Причем фрагменты породы, изображенные на панораме «Венеры-9», обладают, по-видимому, несколько меньшей прочностью, в пользу чего свидетельствуют и их слоистая структура, и скалывание части фрагментов. Для района посадки «Венеры-10» характерна более прочная скальная порода, о чем говорят ее высокая плотность и отсутствие деформации в месте расположения выносного датчика плотномера.

Новая информация о физико-механических свойствах грунта была получена из экспериментов, проводившихся АМС «Венера-13» и «Венера-14» и космическим аппаратом «Вега-2».

В качестве характеристики механических свойств грунта определялась его несущая способность. Значения несущей способности венерианского грунта сравнивались с величинами, полученными в модельных экспериментах на широко распространенных земных породах. В итоге было сделано заключение: грунт в районах посадки обеих станций можно отнести к породам средней прочности, близким к осадочным породам Земли.

Исследования, относящиеся к динамике удара спускаемых аппаратов «Венера-13» и

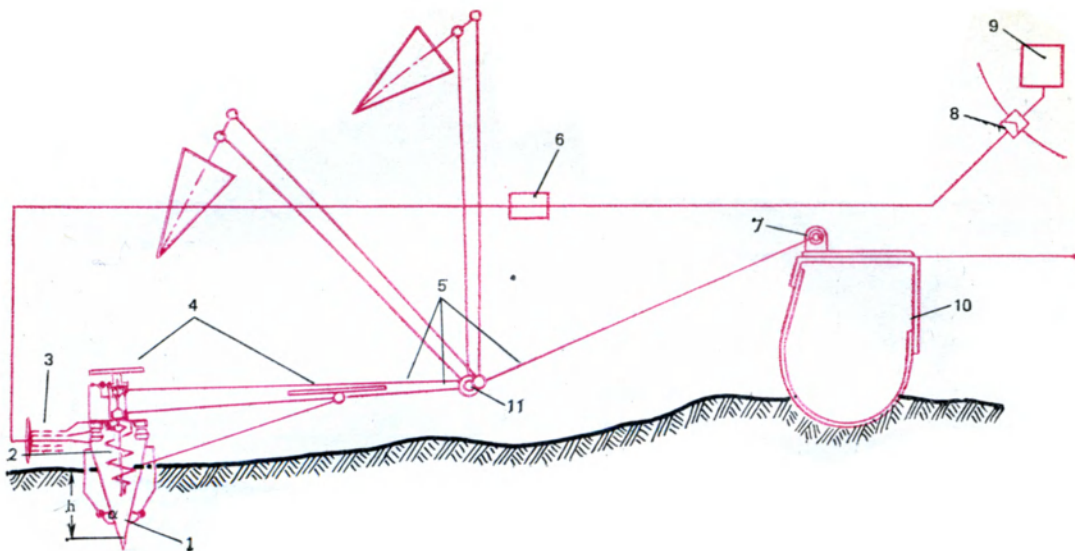


Схема эксперимента по определению физико-механических свойств породы с помощью пенетровметров, установленных на АМС «Венера-13», «Венера-14» и «Вега-2». 1 — конусный штамп; 2 — пружина штампа; 3 — кабель; 4 — контактное устройство для измерения длительности процесса внедрения; 5 — контакт, сигнализирующий о касании штампом грунта; 6 — измерительный рычаг; 7 — потенциометр; 8 — рычажная система; 9 — пружина для внедрения штампа; 10 — пружина для откидывания рычажной системы; 11 — посадочное устройство

«Венера-14» при посадке на поверхность планеты, подтвердили те характеристики грунта, которые были получены с применением динамического пенетровметра. Для интерпретации результатов измерений проводились модельные эксперименты на земных грунтах-аналогах. Моделирование динамики удара показало, что грунтом-аналогом для условий посадки «Венеры-13» является утрамбованный песок, а для «Венеры-14» — пенобетон, хотя абсолютное значение несущей способности грунта для «Венеры-14» оказалось несколько меньше оценок, полученных динамическим пенетровметром.

В ходе лабораторных исследований, необходимых, чтобы определить метод отбора проб, изучались режимы бурения горных по-

род различной прочности. Это также дало некоторые сведения о физико-механических свойствах венерианских пород. В частности, были получены данные о глубине погружения бура в породу и величине тока, потребляемого электродвигателем бурового устройства во время работы.

Измерения электропроводности грунта проводились на «Венере-13», «Венере-14» и «Вега-2». При этом в районах посадок «Венеры-13» и «Венеры-14» обнаружена необычно высокая электропроводность, что можно объяснить лишь наличием значительного количества электропроводящих компонентов. Однако никаких других указаний на их присутствие пока нет. В районе посадки «Вега-2» зафиксирована низкая электропроводность, близкая к электропроводности некоторых типов базальтовых пород при температуре 500° С.

Подводя некоторые итоги, отметим: в районах посадки станций «Венера-13» и «Венера-14» породы по физическим свойствам оказались похожими друг на друга. По-видимому, в обоих случаях исследовались породы вулканического происхождения, которые по структуре напоминают породы седиментационного типа, а по физическим характеристикам соответствуют слабо связанным продуктам химической переработки и выветривания коренных пород.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОД

Естественные радиоактивные элементы. Первая информация о содержании естественных радиоактивных элементов в венерианской породе была получена в 1972 году на АМС «Венера-8». Позднее подобные эксперименты провели «Венера-9», «Венера-10», а также «Вега-1» и «Вега-2».

Чтобы определить содержание урана, тория и калия в венерианских породах, на посадочных аппаратах устанавливались гамма-спектрометры, регистрировавшие гамма-излучение в интервале энергий от 0,3 до 3,0 МэВ. Эти спектрометры включались во время спуска посадочных аппаратов в атмосферу Венеры на высоте 25 км над ее поверхностью и работали циклично вплоть до окончания функционирования аппаратов. Циклическая работа приборов позволяла контролировать возможный уход со временем параметров получаемых спектров, положения шкалы и энергетического разрешения, а также проследить динамику распада радиоактивных элементов, образовавшихся под действием космического излучения. На каждом посадочном аппарате было получено примерно по 20 спектров.

Содержание естественных радиоактивных элементов по результатам измерений на Венере определялось на основе предварительной калибровки аналогов гамма-спектрометров, установленных на «Венере-8, -9 и -10» и «Вега-1 и -2». Калибровку осуществляли в полевых условиях на обнаженных горных породах с известным составом (в частности, с известным содержанием урана, тория и калия). Во время калибровочных измерений прибор размещался внутри макета посадочного аппарата, чтобы условия калибровки на Земле и измерений на Венере были близкими.

Результаты исследований, проведенных посадочными аппаратами, показали, что все породы, кроме тех, которые изучала «Венера-8», имеют довольно близкие и относительно невысокие (по сравнению с континентальными породами Земли) содержания естественных радиоактивных элементов. По содержанию и соотношению радиоэлементов в районах посадки станций «Венера-9 и -10» и «Вега-1 и -2» венерианские породы более всего соответствуют толеитовым базальтам земной коры,

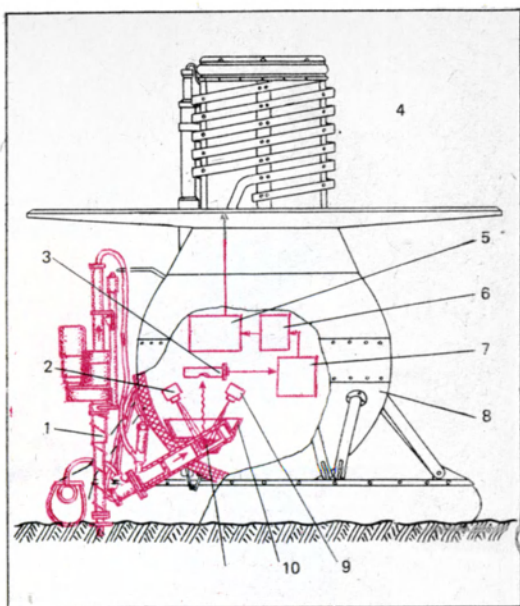


Схема эксперимента, проведенного АМС «Венера-13» и «Венера-14», по определению элементного состава венерианской породы. 1 — корпус посадочного аппарата; 2 — блок усиления сигналов и управления экспериментом; 3 — амплитудный анализатор импульсов; 4 — телеметрическая система; 5 — антенна; 6 — детектор; 7 — радиоизотопный источник ^{55}Fe ; 8 — грунтоприемник; 9 — исследуемый образец породы; 10 — радиоизотопный источник ^{238}Pu

а породы в районе посадки «Венеры-8» — калиевым щелочным базальтам.

Породообразующие элементы. Состав породообразующих элементов определялся в районах посадки «Венеры-13», «Венеры-14» и «Веги-2». Для этой цели использовался рентгенорадиометрический метод — он основан на зависимости интенсивности возбуждаемого радиоизотопными источниками характеристического излучения от содержания анализируемого элемента в пробе. Ранее такой метод успешно применялся при исследовании Луны и Марса.

Вся аналитическая аппаратура находилась внутри герметичного термостатированного отсека посадочного аппарата и функционировала в нормальных климатических условиях. Миниатюрное грунтозаборное устройство отбирало образец породы, который затем транспортировался по специальному шлюзу-

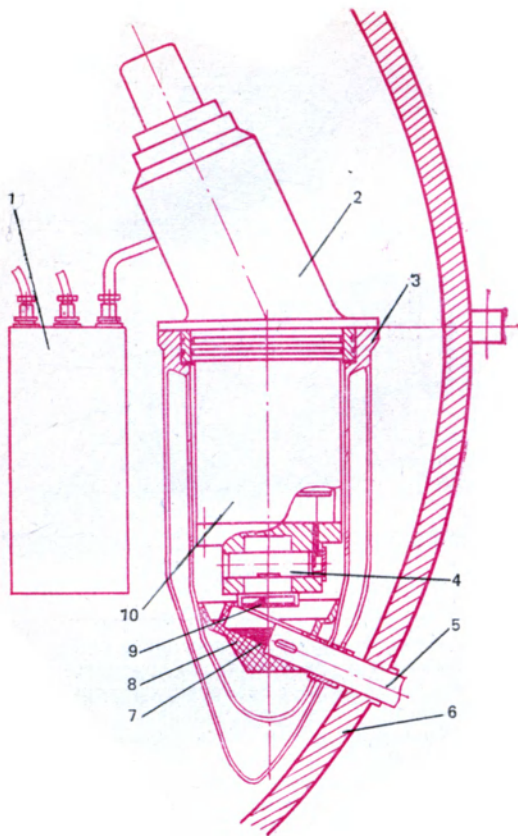


Схема рентгенофлуоресцентных спектрометров, установленных на посадочных аппаратах станций «Венера-13» и «Венера-14».

1 — амплитудный анализатор импульсов; 2 — крышка блока детектирования; 3 — корпус блока детектирования, 4 — счетчик; 5 — шлюз; 6 — корпус посадочного аппарата станции; 7 — исследуемый образец породы; 8 — грунтоприемник, 9 — радионуклидный источник; 10 — электронный блок удаления сигналов

вому каналу внутри посадочного аппарата. Грунтозаборное устройство и механизм транспортировки отобранного образца работали непосредственно в тех климатических условиях, которые существуют на поверхности планеты. Все операции по взятию образца и его транспортировке производились с помощью пиротехнических устройств.

В посадочном аппарате располагался также блок детектирования рентгенофлуоресцентного спектрометра. Он имел двойной корпус,

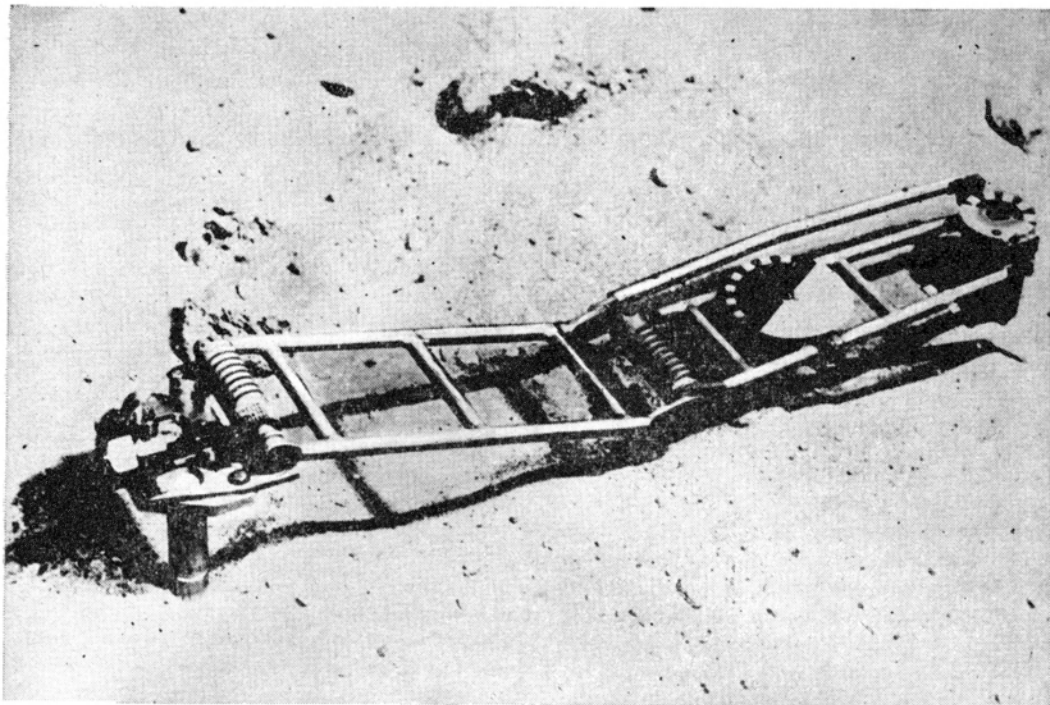
способный выдержать давление 100 атм. Внутри корпуса размещались грунтоприемное устройство, источник ^{238}Pu активностью 50 мКи, два источника ^{55}Fe по 125 мКи каждый, четыре детектора (газовые пропорциональные счетчики) и, кроме того, электронное устройство для усиления сигналов и коммутирования детекторов. Сигналы детекторов анализировались и запоминались амплитудным анализатором. Здесь же были установлены четыре счетчика, три из которых имели наполнение 90% $\text{K}+10\% \text{CH}_4$, а один — 90% $\text{Xe}+10\% \text{CH}_4$. Первые три счетчика предназначались для регистрации рентгеновского излучения с энергией до 6 кэВ, последний — с энергией от 4 до 15—20 кэВ.

Работа рентгенофлуоресцентного спектрометра на поверхности Венеры шла в соответствии с заданной программой. Спектрометр включался на высоте 25 км над поверхностью Венеры, и на протяжении 35 мин (до момента касания спускаемого аппарата поверхности планеты) велись измерения фоновых спектров, предназначенных для калибровки спектрометра.

После посадки отбирался бурением образец породы, удалялась газовая атмосфера, окружающая этот образец, и он транспортировался через шлюзовый канал в грунтоприемник. При этом давление атмосферы, окружающей образец, понижалось до 50 торр, при которых работал рентгенофлуоресцентный спектрометр.

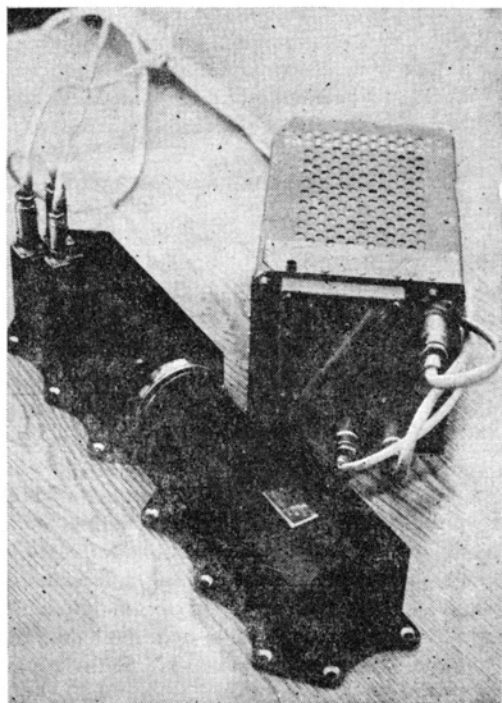
Уже первая приближенная оценка состава породы, полученная в месте посадки «Веги-2», показала, что по земной петрографической классификации этот состав вполне можно отнести к оливиновому габбро-нориту — представителю достаточно распространенной группы земных габброидов нормальной щелочности. Такие породы имеются на Земле как среди докембрийских расслоенных массивов, так и в мезозойских офиолитовых комплексах. Выявленные петрохимические особенности могут свидетельствовать, что формирование данной венерианской породы происходило при дифференциации некоторого исходного расплава, содержащего не более 1% мас. воды. Сходные расплавы в земных условиях отделяются от мантии в интервале температур 1 200—1 400° С на глубине от 10 до 60 км.

Что же касается состава породы в месте посадки «Венеры-13», то петрографическая

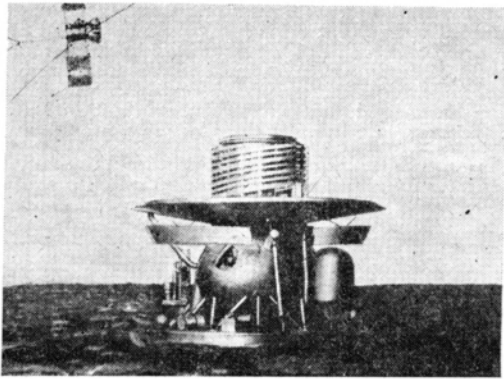


Посредством этого механического пенетromетра, установленного на АМС «Венера-13 и -14», определялись прочностные характеристики в районах посадок станций

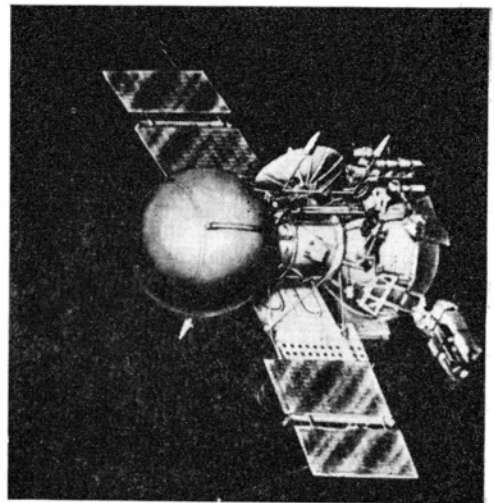
классификация указывает на принадлежность этой породы к группе очень слабо дифференцированных меланократовых щелочных габброидов. Обращает на себя внимание низкое содержание окиси кремния при весьма высоком содержании окисей магния и калия. В районе посадки «Венеры-8» (3 тыс. км к востоку от «Венеры-13», но в области того же структурно-морфологического типа поверхности) содержание в породах окиси калия, по данным гамма-спектрометрии, было примерно аналогичным (~4%). Это свидетель-



Этот многоканальный сцинтилляционный гамма-спектрометр применялся на АМС «Вега-1» и «Вега-2» для определения содержания урана, тория и калия в венерианских породах



Внешний вид посадочного аппарата станций «Вега-1» и «Вега-2»



Так выглядела межпланетная автоматическая станция серии «Вега»

ствует, что на кратерированных древних холмистых возвышенностях Венеры меланократовые щелочные габброиды типа фанолитового нефрита, по всей видимости, достаточно распространены.

Химический состав пород, определенный с помощью спускаемого аппарата «Венера-14», а также соотношения петрогенных компонентов четко указывают на сходство венерианской породы с океаническими толеитовыми базальтами Земли мезо-кайнозойского возраста. Однако толеитовые базальты Земли образуются при излиянии вязких магм, тогда как на Венере (вероятно, вследствие большой газонасыщенности базальтовых расплавов) имеет место взрывной характер извержений, приводящий к образованию породы седиментационного типа.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПОРОД

Если о химическом составе пород мы уже имеем некоторое представление на основе экспериментов, проводившихся на Венере, то по минеральному составу до настоящего времени никаких экспериментальных данных нет. Трудность получения этих данных стимулировала многие термодинамические расчеты. Из них, в частности, следует, что в продуктах выветривания пород основного и кислого состава ожидается преимущественное накопление серы в форме сульфидов, содержание которых может достигать 10% массы.

Геохимия железа и серы в породах поверхности, по-видимому, определяется сульфид-сульфатным твердофазовым буфером (пирит-

ангидрит-магнетит). Этот буфер обуславливает низкое парциальное давление кислорода в приповерхностном слое тропосферы. В зависимости от гипсометрического уровня поверхности (изменение давления на несколько десятков атмосфер) должна происходить смена форм нахождения серы в минералах: в высокогорных областях наиболее стабилен пирит, а в районах низменностей — ангидрит.

Предельное содержание водяного пара, необходимое для стабильного существования на поверхности водосодержащих силикатов (тремолит), составляет 300 ppm. Это значительно превышает концентрацию водяного пара в приповерхностной атмосфере, поэтому в современных условиях гидратация пород поверхности Венеры маловероятна.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Сравним Венеру с другими телами Солнечной системы, чтобы выявить некоторые общие закономерности в истории их формирования и современного строения.

Сейчас наибольшей информацией мы располагаем о поверхности и коре Луны. Исследование Луны позволило выявить на ее поверхности два типа ранней коры — полевошпатовую и базальтовую. Первичная общепланетарная «материковая» кора полевошпатового состава сформировалась, вероят-

но, на последней стадии аккреции Луны и имеет явно магматическое происхождение. Базальтовые участки коры (относительно гладкие низменности) образовались в более поздний период — вследствие выхода на поверхность глубинных расплавов. Аналогичная картина наблюдается и на Марсе, хотя здесь более выразительны и базальтовые районы менее выражены, так как большие скорости ветров (марсианские бури) приводят к переносу огромной массы поверхностного материала, что нивелирует рельеф и усредняет состав породы, залегающей на поверхности.

Ударно-взрывной процесс, развивавшийся на фоне гравитационного сжатия, по-видимому, — типичный для всех крупных тел Солнечной системы. Роль этого процесса в формировании планетных тел, и в частности Земли, ранее недооценивалась.

Второй важный результат изучения Венеры, Марса и Луны — установление факта синхронного с процессом на Земле появления ранних базальтовых расплавов (3,6—3,8 млрд. лет назад), которые явно накладываются на ранее сформировавшуюся «материковую» кору, перекрывая ее в депрессиях поверхности.

При сравнении Луны, Марса, Венеры и Земли обращает на себя внимание то обстоятельство, что сохранность поверхности первичной «материковой» коры закономерно ослабевает с увеличением размера планетных тел, а степень ее перекрытия базальтами соответственно возрастает. И получается, что первичная кора Земли могла и не сохраниться, будучи практически полностью перекрытой базальтами 3,8—3,0 млрд. лет назад.

Эти обстоятельства ставят ряд новых фундаментальных проблем в геологической истории Земли. В частности, следует понять причины отсутствия на Земле первичной «материковой» коры, то есть горных пород древнее 3,8 млрд. лет, выяснить роль ударных процессов в возникновении древнейших континентов, а также пересмотреть обоснованность интерпретации строения океанической земной коры и первичного состава мантии Земли. Решение этих и многих других проблем, связанных с историей формирования и современным строением тел Солнечной системы, становится предметом главного внимания сравнительной планетологии.



«Тепличный эффект» в стратосфере

До сих пор «тепличный эффект» — накапливание CO_2 , приводящее к повышенному нагреву земной поверхности, — регистрировался лишь в тропосфере. Ныне аналогичный процесс обнаружен и в стратосфере. Сотрудник Стокгольмского университета В. Бишоф совместно с сотрудниками Института аэронамики имени Макса Планка (ФРГ) Р. Борхерсом, П. Фабианом и Б. Крюгером провели в 1979, 1982 и 1984 годах баллонные измерения в атмосфере на высоте до 35 км. Динамика роста содержания CO_2 в стратосфере оказалась точно такой же, что и в нижних слоях атмосферы.

Концентрация двуокиси углерода в стратосфере в десят-

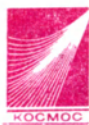
ки раз меньше, чем в тропосфере, и переход от одного количества к другому происходит постепенно — на высотах между 15 и 20 км над земной поверхностью. Перемещение тропосферной двуокиси углерода со стратосферными газами занимает, по-видимому, около пяти лет. По мере того, как тропосферные воздушные массы, обогащенные CO_2 , поднимаются в стратосферу на высоту около 20 км, они распространяются и в полярные области. Именно такой про-

цесс и должен объяснять одинаковое распределение CO_2 в воздушной оболочке Земли и пятилетнюю «отсрочку», с которой новые массы двуокиси углерода достигают стратосферы.

Результаты этих исследований способствуют уточнению математических моделей, необходимых для прогнозирования метеорологических условий при росте «тепличного эффекта» в глобальных масштабах. Используя CO_2 в качестве трассирующего вещества, можно к тому же лучше понять глобальную циркуляцию и динамику земной атмосферы.

New Scientist, 1985, 107, 1475





Космическое природоведение и интенсификация экономики

В современных условиях развития народного хозяйства соответствующее внимание должно быть уделено мобилизации естественных производительных сил, ускорению их изучения. В этой связи особенно возрастает роль методов дистанционного зондирования Земли из космоса. Не случайно задача широкого и эффективного использования космических средств в изучении поверхности Земли и ее недр включена в текст «Основных направлений экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года», который был утвержден на XXVII съезде КПСС.

РЕСУРСЫ ЗЕМЛИ

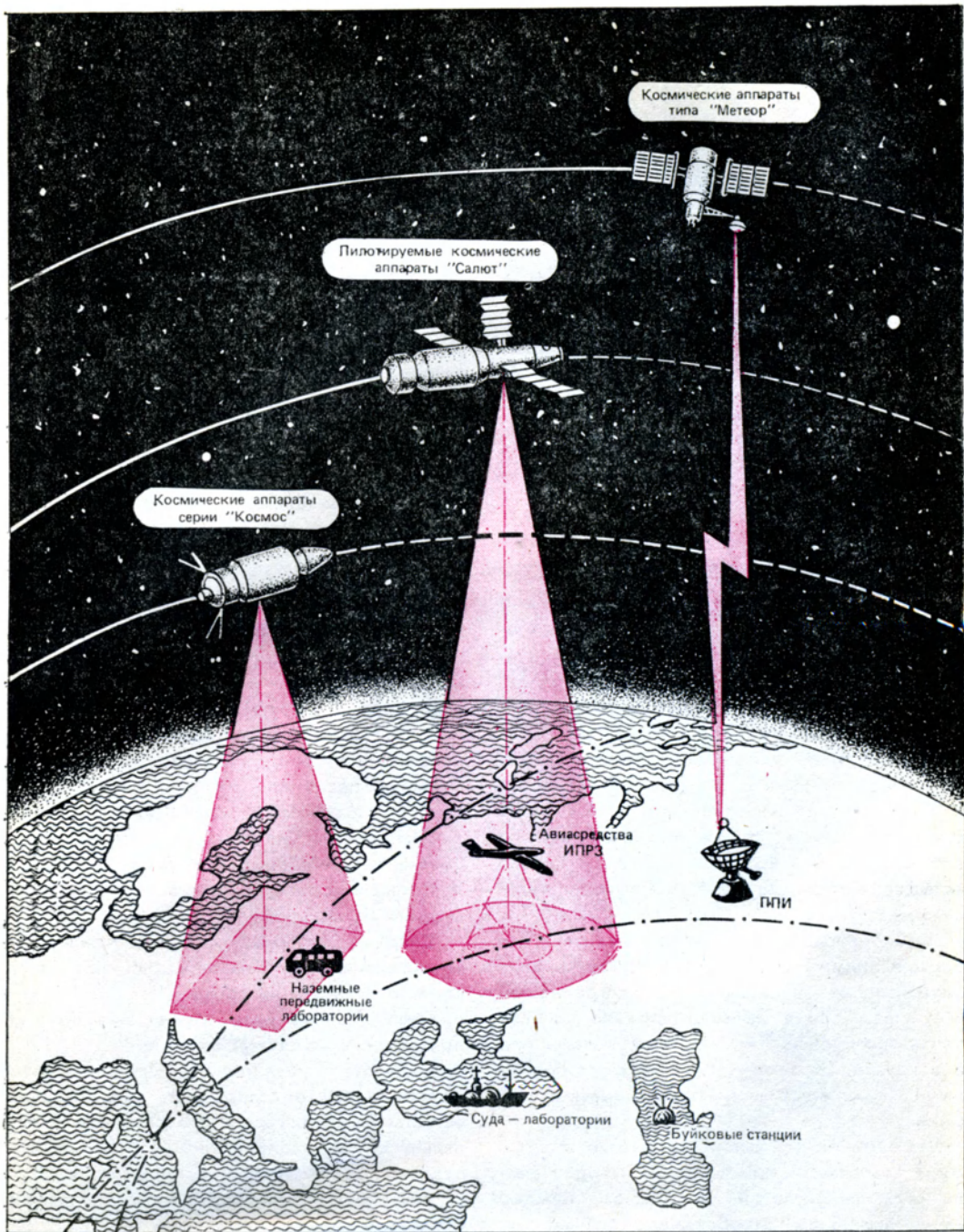
Со дня запуска первого искусственного спутника Земли прошел относительно небольшой отрезок времени. Однако уже сегодня мы имеем такие результаты в исследовании Земли из космоса, которые позволяют говорить о новом направлении в изучении нашей планеты и ее природных ресурсов — космическом природоведении. В этом новом направлении фундаментальных и прикладных исследований Земли органически сочетаются самые разнообразные области научных знаний и техники — почти все направления наук о Земле, многие приложения физико-технических и математических наук, радиотехники и электроники, точной механики, оптики и вычислительной техники, космонавтики и ракетостроения. Сегодня в СССР космическое природоведение

поднято на уровень государственной научно-технической политики и успешно развивается, опираясь на мощный научный и промышленный потенциал страны, охватывая все более обширные сферы применения, повышая эффективность изучения и использования естественных ресурсов в интересах развития народного хозяйства и роста благосостояния советских людей.

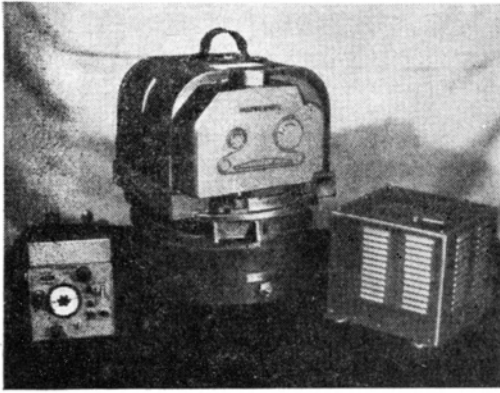
Наша страна планомерно осуществляет комплексные программы дистанционного зондирования Земли из космоса, создания методов и техники обработки космической информации, использования данных дистанционного зондирования для определения природного потенциала обширных пространств во многих регионах страны. Накоплен значительный опыт применения космической информации в различных отраслях народного хозяйства.

Уместно поставить вопрос: насколько актуально использование новых методов изучения природных ресурсов? Ведь еще совсем недавно традиционные, сложившиеся на протяжении веков методы изучения естественных ресурсов удовлетворяли потребностям экономики. Дело в том, что с ростом народонаселения, развитием технологии наиболее доступные ресурсы истощаются, а поиск новых становится все более сложной проблемой.

Как известно, существование человека немислимо без использования естественных ресурсов — солнечной энергии, воздуха, водных, земельных, растительных, минеральных ресурсов, животного мира и других. Они расходуются в области материального производства, например сельском и лесном хозяйстве, промышленности, при выработке электрической и тепловой энергии, другие необходимы в непродуцственной сфере, скажем,



Космическая система
для изучения природных ресурсов



Фотоаппарат КАТЭ-140, устанавливаемый на орбитальных станциях типа «Салют». Им выполняются съемки, необходимые для изучения природных ресурсов и картографирования

при создании комфортных условий обитания, в оздоровительных целях.

С точки зрения эксплуатации и использования ресурсов окружающего мира следует рассматривать как практически неисчерпаемые (солнечная энергия, гравитационные силы, тепловая энергия недр, ветровая энергия), так и исчерпаемые, которые можно подразделить на возобновляемые и невозобновляемые. К числу последних относятся определенные виды минерального сырья, топлива. Возобновляемые ресурсы воспроизводятся не только естественным путем, но и при участии человека.

Компоненты среды обитания человека все больше применяются в целях удовлетворения материальных и культурных потребностей общества. Если в древние времена человек использовал лишь 19 химических элементов, а в начале XX века — 60, то сегодня применяются практически все встречающиеся в природе.

Из окружающей среды ежедневно во всем мире извлекается примерно 100 млрд. т различных продуктов и материалов. Каждые 15—20 лет объем потребляемого топлива, руд, строительных материалов удваивается. Особенно показательно положение дел с топливом. Общемировые ресурсы топлива оцениваются примерно в 4 трлн. т условного топлива; 5—7 лет назад ежегодная потребность в

нем составляла 10 млрд. т. К 2000 году прогнозируемая годовая потребность достигнет 25—30 млрд. т, иными словами, традиционные энергетические ресурсы могут обеспечить развитие мировой экономики и в следующем столетии. Однако эти ресурсы, как и большинство других, крайне неравномерно распределены, а в некоторых регионах уже истощены или истощаются. Поэтому растет капиталоемкость извлечения топливного сырья. Например, разведка и добыча нефти в Северном море дороже, чем на Среднем Востоке, в 10—17 раз. И хотя по зарубежным прогнозам шельф Антарктиды содержит запасы нефти в 6 млрд. т и газа в 11,5 трлн. м³, можно представить, какой станет добыча топлива в этом районе.

Сходная ситуация и с возобновляемыми ресурсами. По данным Международного союза охраны природы, 40% тропических лесов нашей планеты в последнее время оказались уничтоженными. Ежеминутно в мире вырубается 20 га леса.

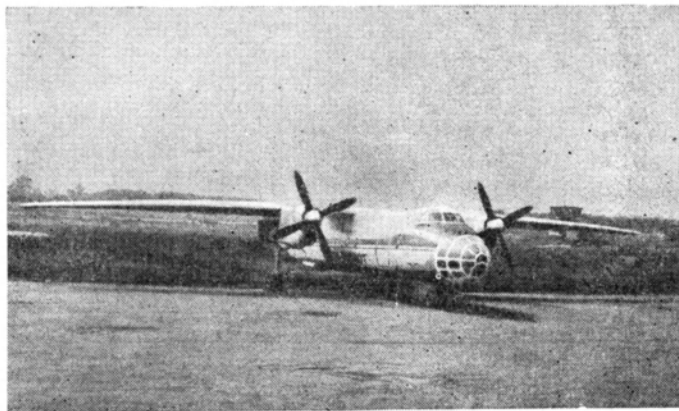
К опасной черте подходит добыча морепродуктов. Так, теоретический предел вылова рыбы составляет 200 млн. т в год, а в ближайшие 8—10 лет годовая добыча рыбы во всем мире уже превысит 120 млн. т.

Если рассчитывать на то, что в перспективе потребление ресурсов всем человечеством будет доведено до уровня их потребления в наиболее развитых странах мира (такая тенденция не вызывает сомнений), то суммарный объем их добычи потребуется увеличить в 3—4 раза, а по некоторым важнейшим видам сырья и материалов — в 10—15 раз.

Следует подчеркнуть: теоретические оценки потенциальных запасов сырья еще не говорят о том, что на сегодня известно точное пространственное размещение будущих мест их добычи и эксплуатации.

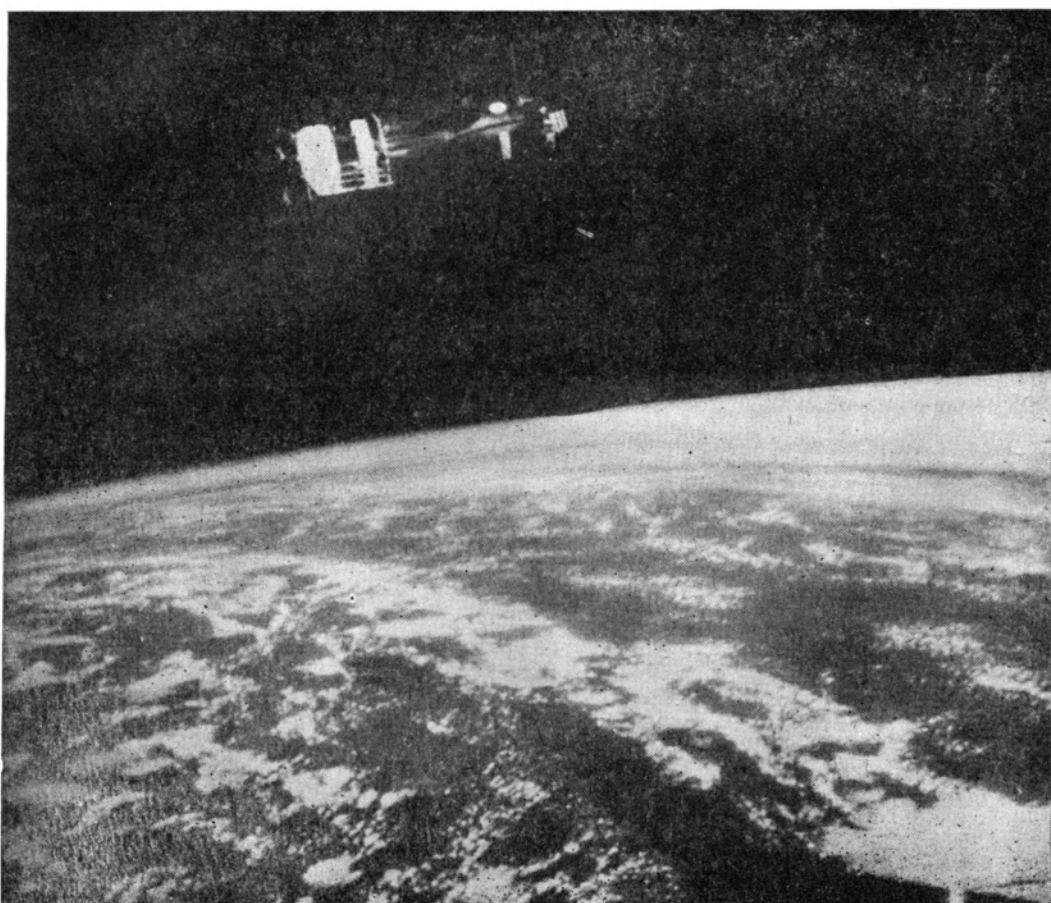
Все это убедительно свидетельствует, насколько важно совершенствовать изучение естественных ресурсов, обеспечивать региональную их эксплуатацию, воспроизводство возобновляемых видов природных богатств, охрану окружающей среды, экономии различных видов сырья, материалов и энергии.

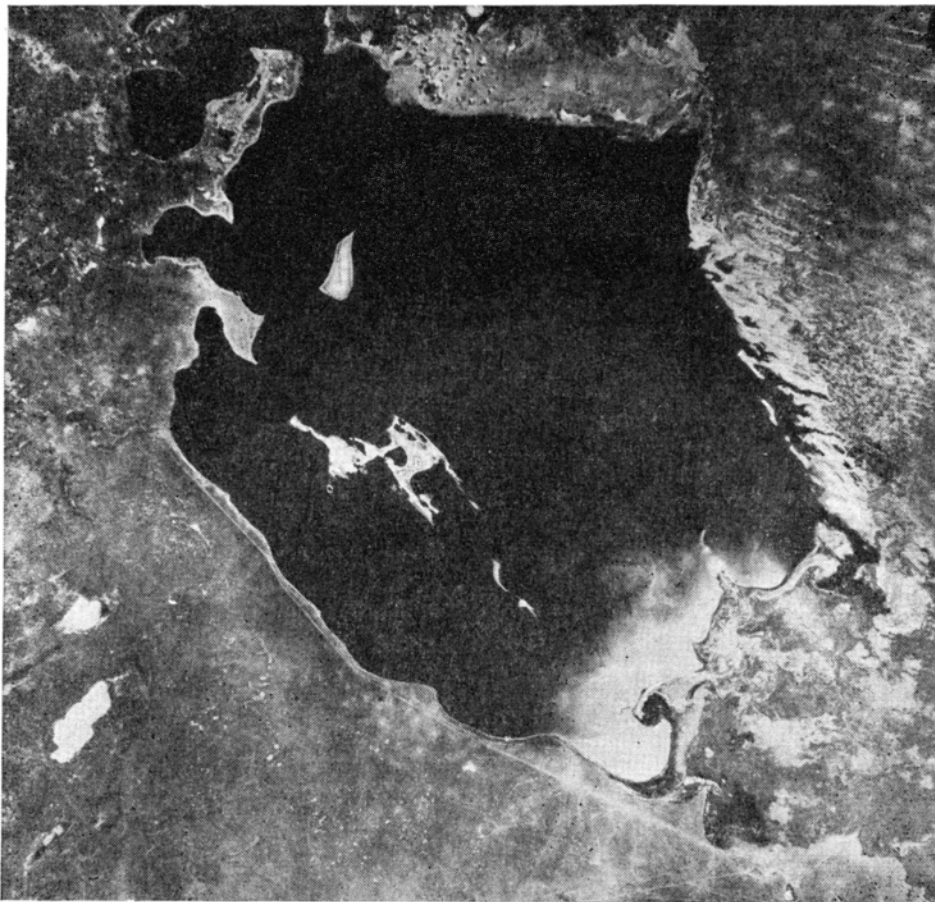
Не вызывает сомнения актуальность использования таких методов и средств изучения окружающего мира, которые обеспечивали бы высокопроизводительный и оперативный поиск еще не известных и не освоенных природных



Самолет-лаборатория АН-30.
На нем проводятся подспутниковые
эксперименты и аэрофотосъемка

Космический корабль «Союз-19»
в полете





богатств для динамического развития экономики в заключительной четверти текущего века и в дальнейшем.

Использование космической техники в природоведении служит этой цели и позволяет осуществить подлинную научно-техническую революцию в изучении естественных ресурсов.

ОТ ОБЩЕГО К ЧАСТНОМУ

Какова сущность дистанционного зондирования Земли из космоса и в чем преимущества космической информации перед данными, получаемыми традиционными методами? Все объекты окружающего мира отражают, генерируют или поглощают электромагнитные волны определенного спектрального состава и интенсивности. Эти излучения могут быть

Аральское море. Отчетливо заметны острова, мелководья, береговые линии, зоны распространения незакрепленных песков, дорожная сеть, отдельные населенные пункты, дельта реки Амударьи. Снимок позволяет проанализировать динамику обмеления Аральского моря и опустынивания прилегающей территории («Салют-6», КАТЭ-140)

зафиксированы особыми приемными устройствами на борту космического аппарата и затем по характерным признакам расшифрованы специалистами с целью обнаружения определенных объектов, процессов или явлений.

Особенности космической информации диктуются условиями орбитального полета: большими высотой и скоростью движения искусственного спутника Земли.

Съемки из космоса обеспечивают практически неограниченную обзорность — от локальной до глобальной, получение данных об огромных пространствах за короткий промежуток времени, наблюдение любых труднодоступных объектов, например высокогорных районов, островов в океанах и так далее.

Большой охват обозреваемой с орбиты территории позволяет вести изучение того или иного региона по принципу — от общего к частному. Это чрезвычайно важно для рациональной постановки исследований. Ведь раньше, затрачивая массу времени, проводили отдельные, частные точечные или линейные наблюдения, которые накапливались, систематизировались, осмысливались, и только длительная работа позволяла изучить крупноразмерные природные объекты. На основе космических съемок исследователь идет, в большинстве случаев, от выявления общих закономерностей к обнаружению конкретных объектов. Так, например, изучая геологическое строение территории, раньше нужно было пройти многокилометровые маршруты, свести воедино результаты работы отдельных исполнителей, партий, экспедиций и лишь после этого установить наличие разломов земной коры, простирающие различных пород... Имея космические снимки, такие задачи решают при минимальном объеме дорогостоящих полевых работ, экономя время и средства. Как следствие повышается не только производительность труда, но и возрастает эффективность исследований. Необходимо также отметить, что съемки с борта космического аппарата в пересчете на единицу изучаемой площади в несколько раз дешевле, чем съемки с самолета.

Явные преимущества космической информации привели к закономерному выводу: нужно создавать специальную космическую систему изучения природных ресурсов и окружающей среды. Анализ потребностей народного хозяйства показал, что такая система должна быть постояннодействующей, многофункциональной, обеспечивающей получение многоцелевой информации для разных отраслей, информации, рассчитанной на многоразовое использование.

Создаваемая система включает в себя или в ней используются в качестве привлекаемых средств следующие элементы: автоматические космические аппараты (КА) серии «Космос»;

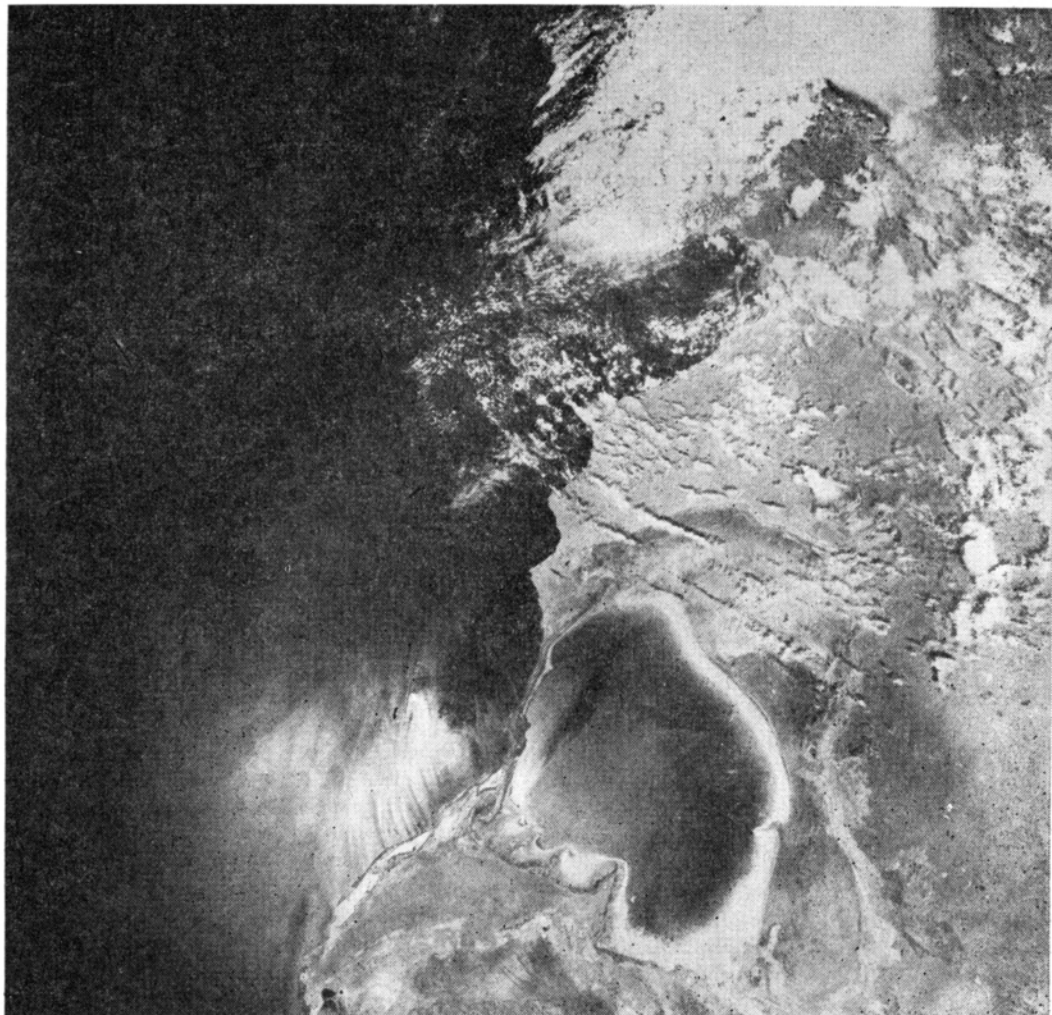
автоматические КА типа «Метеор»; пилотируемые орбитальные станции и корабли; самолеты-лаборатории и вертолеты; стационарные и подвижные сухопутные и морские средства для контактных и ближних измерений; сеть наземных и морских контрольно-измерительных полигонов для эталонирования спутниковой и авиационной аппаратуры дистанционного зондирования, а также выявления дешифровочных признаков природных образований; наземные пункты приема и межотраслевой обработки космической информации; разветвленная сеть отраслевых организаций, использующих космическую информацию.

Автоматические КА серии «Космос» оснащаются различной аппаратурой для изучения природных ресурсов. Они обеспечивают возвращение собранной информации на Землю в спускаемых аппаратах и должны поставлять большие объемы высококачественных космических съемок с целью решения многочисленных производственных и научных задач.

Космическая информация со спутников типа «Метеор» передается на наземные пункты приема по радиоканалам. Она предназначена для изучения процессов и явлений, быстро изменяющихся, например для прогнозирования погоды, обнаружения лесных пожаров, слежения за ледовой обстановкой в морях и так далее.

На пилотируемых орбитальных станциях и кораблях проводятся многоцелевые научно-исследовательские работы, в том числе и в области изучения природных ресурсов. Космонавты выполнили первые фотосъемки, включая многозональные; установили возможность обнаружения морских и океанских течений, а также биопродуктивность зон в океанах; проводили важные наблюдения за динамикой воздушных масс, загрязнением атмосферы, выбросами промышленных предприятий. Осуществляется отработка новых систем и технических средств получения информации, выполняются визуальные и визуальнoinструментальные исследования природных объектов и процессов. Существенная часть рабочего времени космонавтов отводится для чисто производственных съемок и наблюдений.

С использованием авиационных средств проводится в необходимых случаях дополнительное детальное изучение объектов, обнаруженных в результате космического зонди-



Залив Кара-Богаз-Гол. Снимок позволяет интерпретировать этапы изменения береговой линии («Салют-6», КАТЭ-140)

рования; кроме того, синхронно с космическими аппаратами ведутся экспериментальные авиасъемки для отработки новых методик и аппаратуры. Как правило, экспериментальные отработки проходят на контрольно-измерительных полигонах с применением стационарных и подвижных средств контактных и ближних измерений. Эти измерения необходимы в первую очередь для изучения процессов трансформации электромагнитных излучений при прохождении их от объекта сквозь толщу

атмосферы, околоземное космическое пространство, через приемники излучения вплоть до системы регистрации на борту космического аппарата. Такие достаточно тонкие исследования нужны для того, чтобы изучить дешифровочные признаки объектов и создать приемы, технику и технологию автоматизированного распознавания регистрограмм дистанционного зондирования.

КОСМОС — ЗЕМЛЕ

Сегодня поэтапно вводимые в действие элементы космической системы изучения природных ресурсов и окружающей среды используются в интересах развития экономики нашей страны, а также в рамках международ-

ного сотрудничества. По материалам съемок из космоса решается около 300 различных задач. Информация дистанционного зондирования применяется почти 850 научными, проектными, изыскательскими организациями. Экономический эффект в народном хозяйстве, получаемый от использования новых методов изучения природных ресурсов, составляет многомиллионные суммы.

Материалы космических съемок оказываются очень полезными при разведке топливных и минерально-сырьевых ресурсов, для учета земель, составления карт различных почв и эрозийной опасности, определения запасов кормов на пастбищах, при инвентаризации лесного фонда, лесоустройстве, для выявления поражений лесов вредителями и пожарами, в инженерных изысканиях и проектировании крупных инженерных сооружений и коммунаций, изучении сейсмической, селевой и лавинной опасности, при изучении шельфа, морских и океанских течений, ледовой обстановки полярных акваторий, для обнаружения биопродуктивных зон, перспективных районов добычи рыбы и морепродуктов, для изучения и прогнозирования гидрометеорологических условий и динамики природных процессов и, конечно, в целях создания и обновления карт.

Приведем несколько конкретных примеров практического использования космической информации. Начнем с того, что по космическим снимкам создаются карты труднодоступных территорий северо-востока страны и Заполярья, высокогорных районов Памира и Тянь-Шаня, а также карты Антарктиды. При этом достигается существенная экономия сил и средств, сроки же работ сокращаются в 3—5 раз. Вспомним для сравнения подвижнические походы Марко Поло и Семена Дежнева, Витуса Беринга и Н. М. Пржевальского, многих других первопроходцев, географов, мореходов, топографов, геодезистов. Нелегко давалось познание окружающего мира даже в первой половине нашего века. А съемка из космоса позволяет создавать карты, находясь за десятки тысяч километров от изучаемой территории.

Другой пример. При строительстве крупного угледобывающего комплекса по материалам дистанционного зондирования была уточнена сейсмичность территории, в связи с

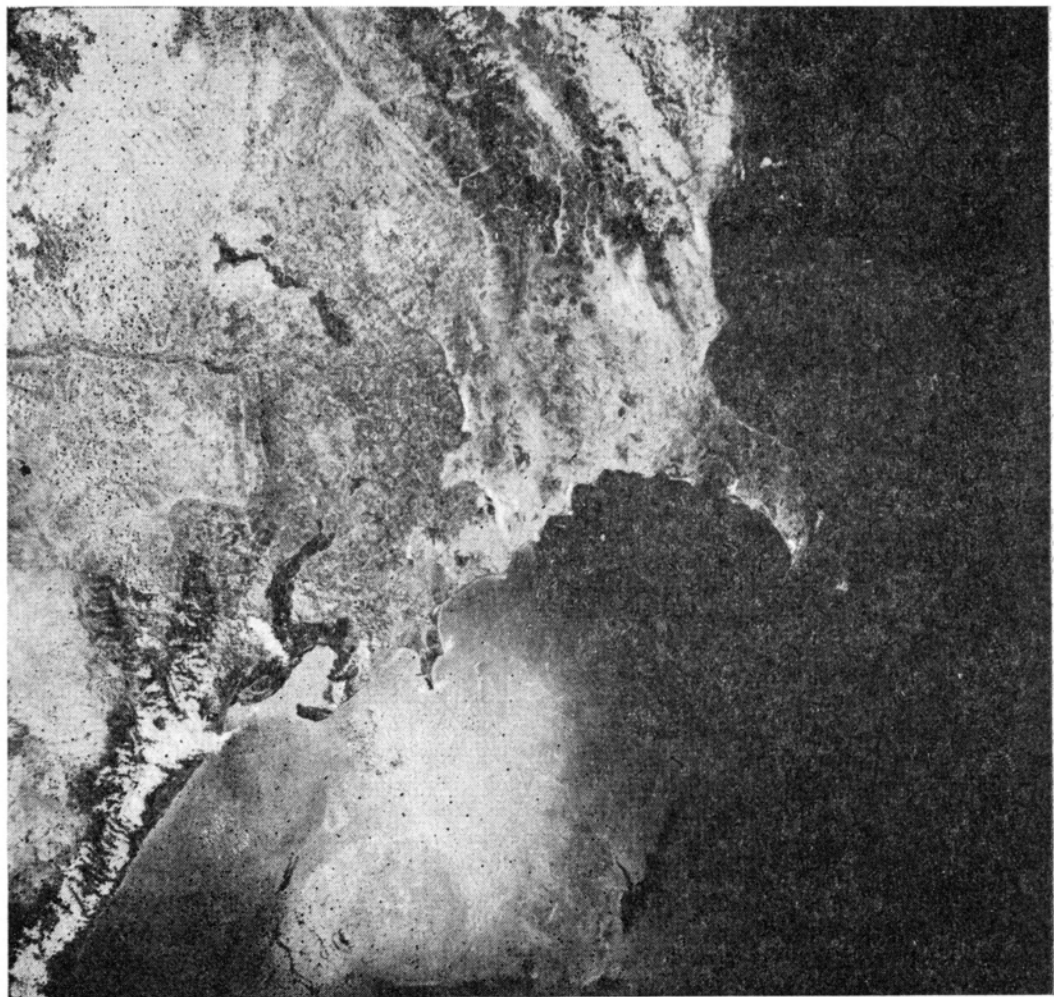
чем стоимость только первой очереди сооружений удалось снизить на 40 млн. руб.

В ходе прокладки одного из высокогорных тоннелей неожиданно в забой под большим давлением хлынула горячая вода, надолго прервавшая горнопроходческие работы. До начала строительства трасса тоннеля изучалась традиционными методами, и поэтому, столкнувшись с непредвиденным явлением, изыскатели и горняки были поставлены в тупик. Специалисты расшифровали материалы космической съемки и установили, что трасса сооружения запроектирована в зоне крупных, не выявленных традиционными методами разломов земной коры, в связи с чем необходимо внести весьма существенные коррективы в тот проект, который разрабатывался по наземным данным.

Использование косвенных дешифровочных признаков даёт положительные результаты при геологических исследованиях. Например, на территории, прилегающей к восточному побережью Каспийского моря, по космическим снимкам установлен ряд фотоаномалий, интерпретируемых как структуры, перспективные на нефть и газ. 10 из них относились к акватории с глубинами до 15 м. На той же территории обнаружено около 30 крупных разломов, пересечения которых перспективны на гидротермальные месторождения полиметаллов.

Космическая съемка успешно применяется и при гидрогеологических исследованиях. В полупустынном Приаральском районе по специальным признакам выявлены мощные линзы пресных вод в зоне барханных песков. Бурение подтвердило результаты интерпретации — найдена вода, пригодная для водообеспечения пастбищ.

Дешифрирование материалов космической съемки позволяет выявить процессы, проходившие на поверхности Земли в далеком прошлом. Например, на снимках, полученных с борта орбитальной станции «Салют-6» и с автоматических космических аппаратов серии «Космос», были обнаружены древние дельта реки Волги и русла Амударьи. Оказалось, что тысячелетия назад великая русская река впадала в Каспийское море не с севера, как в настоящее время, а с запада; русло Амударьи мигрировало и в разные периоды размещалось в сотнях километров на запад и восток от современного положения. Все это



Апшеронский полуостров. Видны мелководья, зоны сельскохозяйственного освоения территории, леса, разломы земной коры («Салют-6», КАТЭ-140)

не только любопытные факты. Полученные данные о дислокации палеорусел и палеодельт позволяют сделать важные в хозяйственном отношении выводы. Дело в том, что к этим районам бывают приурочены месторождения подземных пресных вод, залегающих на небольших глубинах, а эксплуатация таких месторождений в условиях засушливых степей или в пустынной зоне, где находятся упомянутые палеорусла и палеодельты, может принести несомненную пользу для развития животноводства и оазисного земледелия. Одно-

временно информация о положении древних водотоков — ключ к поиску плодородных почв, приуроченных к аллювиальным отложениям.

Планомерный обзор земной поверхности с орбиты, сопоставление и анализ материалов космических съемок, выполненных в разные периоды, обеспечивает слежение за динамикой природных процессов и явлений. Так, сопоставление разновременных космических снимков труднодоступного горного района позволило обнаружить новое озеро, возникшее вследствие таяния и подвижек крупного ледника. Неустойчивая естественная плотина могла неожиданно разрушиться и тогда огромные массы воды хлынули бы в долину,

сметая на своем пути населенные пункты, дороги, мосты, линии электропередач и связи, сельскохозяйственные и промышленные объекты. Своевременно принятые меры позволили предотвратить нависшую опасность и не допустить существенного ущерба экономике этого района.

Космическая информация позволяет исследовать рельеф морского дна, его геологическое строение, ареалы растений, фито- и зоопланктона, течения, загрязнение вод... При определенной прозрачности воды, благоприятном положении Солнца, специальном подборе светофильтров, светочувствительных материалов и последующих процессов фотохимической и оптико-электронной обработки можно получить фотографическим путем изображения подводного рельефа на глубинах до 30 м, а в отдельных случаях и больше. Фотосъемка на спектрзональные пленки хорошо фиксирует наличие в воде растений и планктона. Например, фитопланктон, содержащий хлорофилл и темные пигменты, придает водной среде зеленоватый цвет, а по оттенкам цвета можно установить концентрацию самого фитопланктона. Знание дислокации цветковых растений позволяет определять и очерчивать районы перспективного промысла рыб, которые сосредоточиваются в местах с хорошими кормовыми запасами.

Подобные примеры можно было бы продолжить, их накопилось немало с тех пор, как космическое природоведение начало применяться в различных отраслях народного хозяйства. Опыт использования космической информации показывает, что наибольший технико-экономический эффект достигается при комплексном изучении природных ресурсов крупных регионов. Необходимость в постановке таких работ ощущается особенно остро в районах, где создаются новые и развиваются существующие территориально-производственные комплексы. Именно там, где планируется широкомасштабное освоение природных богатств, важно всесторонне оценить природно-экономический потенциал осваиваемой территории и предусмотреть его рациональное использование. Эта задача успешно решается методами космического природоведения. На основе съемок из космоса по согласованным методикам, одновременно с определенной степенью детальности осуществляется изучение недр, растительного пок-

рова, почва, гидроэнергетических ресурсов, инженерно-геологических и агропромышленных условий.

Создаваемый в итоге этих работ своего рода комплексный кадастр природных ресурсов обеспечивает: поступление объективной разносторонней информации для системного долгосрочного планирования, предусматривающего развитие отраслей народного хозяйства в пределах крупных регионов; выявление неиспользуемых природных ресурсов; получение значительного экономического и социального эффекта; планомерную и эффективную реализацию экономической политики КПСС по оптимальной территориальной организации хозяйства, включая всестороннее развитие территориально-производственных комплексов.

Так, в результате изучения и картографирования природных ресурсов Таджикской ССР был создан комплекс тематических карт, характеризующих природные ресурсы и условия по 30 аспектам. Выявлены неиспользуемые резервы пригодных для пахоты и орошения земель, естественных кормовых ресурсов. Обнаружены геологические образования, перспективные на поиск ценных полезных ископаемых. Проведено районирование территории с точки зрения сейсмической, селевой и лавинной опасности. Уточнены размеры и особенности горного оледенения, получены новые данные о водных и гидроэнергетических ресурсах. Обобщение этих результатов позволяет вести научно обоснованное планирование и управление природопользованием.

Ныне представляется важным на основе космической информации осуществить комплексное изучение природных ресурсов всей страны. Паспортизация, создание комплексного кадастра природного потенциала всего нашего государства должны стать важным вкладом космического природоведения в развитие экономики. С помощью такого кадастра и регулярно повторяемых космических съемок в ближайшей перспективе может быть, во-первых, налажено слежение за динамикой природных процессов и, во-вторых, обеспечено создание автоматизированной системы управления природопользованием.



Доктор физико-математических наук
О. Л. ВАЙСБЕРГ

Пылевая оболочка кометы Галлея

6-го и 9-го марта 1986 года советские автоматические межпланетные станции «Вега-1» и «Вега-2» совершили пролет около ядра кометы Галлея. Новое замечательное достижение отечественной космонавтики — первый шаг на пути претворения в жизнь исторических решений XXVII съезда КПСС о дальнейшем изучении и освоении космического пространства в мирных целях на благо всего человечества. Информация, полученная от АМС «Вега», сейчас проходит интенсивную обработку. Среди важнейших экспериментов, которые выполнялись на пролетной траектории, были и эксперименты, связанные с изучением пылевой оболочки кометы. О некоторых предварительных результатах проведенных наблюдений и рассказывается в статье.

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Интерес к ядрам комет полностью оправдан: есть все основания полагать, что именно в них сохранилась информация о той далекой эпохе, когда формировалась наша Солнечная система.

В 50-х годах нынешнего столетия известный голландский астрофизик Я. Оорт обосновал гипотезу о существовании «банка комет», называемого «облаком Оорта» — своего рода «резервуара», в котором на расстоянии порядка 10^4 а. е. от Солнца вращается около 10^{11} комет. В условиях истинно космического холода материал комет, по всей вероятности, подвергается достаточно малым изменениям. Возмущения от ближайших звезд забрасывают кометы в потенциальную яму — внутренние области Солнечной системы, где кометы и погибают, растрачивая вещество своего ядра. В последнее время получено немало

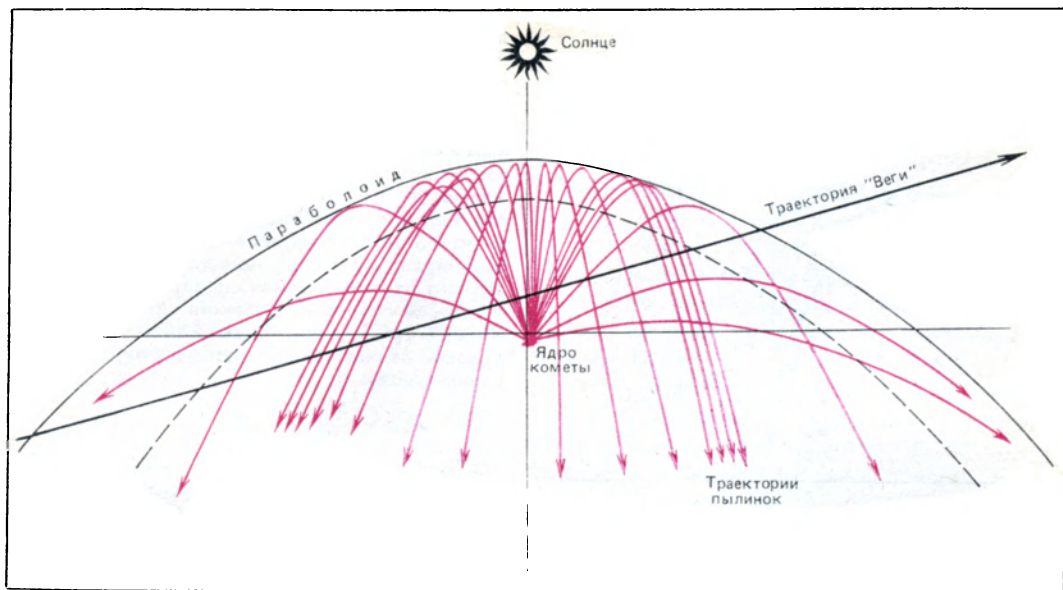
новых аргументов в пользу гипотезы Оорта.

На основе данных об оболочках комет другой известный астрофизик, американец Ф. Уиппл, предложил модель кометного ядра в виде загрязненного снежного кома. С соответствующими поправками она дожила до настоящего времени. Так, например, довольно успешные попытки лабораторного моделирования подобного ядра и явлений на его поверхности делались в Ленинградском физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Неудивительно поэтому, что руководство проекта «Венера — комета Галлея», разрабатывая научную программу автоматических межпланетных станций «Вега», уделило большое внимание вопросам, так или иначе связанным с природой кометного ядра. Полученные телеизображения ядра и пылевых выбросов — джетов, спектрофотометрические измерения состава нейтральной и ионизированной составляющих оболочки кометы — все это, безусловно, должно внести весомый вклад в решение данной проблемы. Однако особое внимание было уделено исследованию пыли, которая доходит от ядра кометы до космического аппарата практически без изменений и несет ценнейшую информацию о ядре.

Основным прибором для исследования пыли на аппаратах «Вега» следует считать времяпролетный пылевой масс-спектрометр «Пума». Этот прибор, разрабатывавшийся под руководством академика Р. З. Сагдеева, должен был дать информацию об элементарном составе пылинок, что в принципе позволяет сделать далеко идущие выводы об их строении, а следовательно, и о строении ядра кометы. Сейчас полученная информация изучается.



При пролете космических аппаратов «Вега» около ядра кометы Галлея были зафиксированы интенсивные выбросы пыли. На снимке полученном телевизионной камерой «Веги-2» с расстояния примерно 50 000 км, отчетливо виден пылевой конус, направленный в сторону Солнца (за верхним краем снимка).

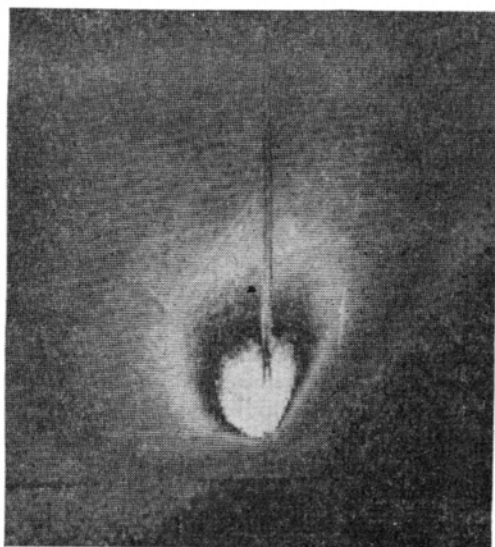
Этот конус состоит из струй (джетов), возникающих на освещенной и нагретой Солнцем стороне ядра кометы.

При обработке снимка были искусственно выделены уровни одинаковой яркости. Вертикальная полоска в центре снимка — место стыка чувствительных элементов телевизионной камеры — ПЗС-матриц.

На схеме наглядно показано, как пылинки ускоряются расширяющимся газом и затем движутся по инерции. В дальнейшем под действием давления солнечного света пылинки искривляют свои траектории (параболы). Огибающая этих траекторий разлетающихся частиц одного сорта — пылевой параболоид — удалена от ядра в направлении на Солнце на расстояние около 40 тыс. км.

Другие пылинки, для которых коэффициент поглощения света больше, имеют другую параболоид (изображен пунтиром).

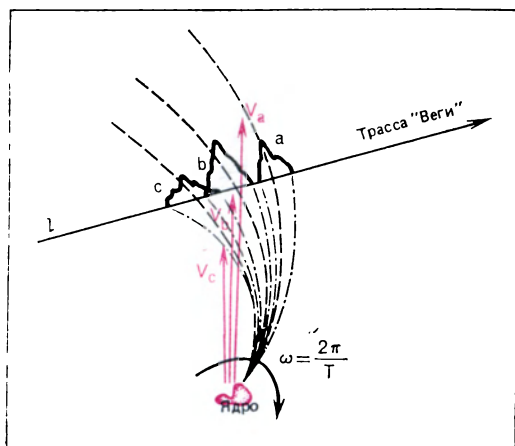
На схеме также показана траектория космических аппаратов «Вега», пересекающая параболоид и пылевые джеты



«СП-1», «СП-2» и «Фотон» — изготовлены в СССР, а четвертый — ДУСМА — разработан в США. Эти приборы должны были также получить данные о распределении пылинок вдоль траектории космического аппарата в голове кометы, что позволило бы исследовать характер движения пылинок.

Помимо масс-спектрометра «Пума» станции «Вега» оснащены еще четырьмя приборами, способными измерять в широком диапазоне спектр масс пылинок. Три прибора —

По современным представлениям о формировании пылевой оболочки кометы, газовые молекулы и пылинки различных размеров



Определение периода и направления вращения ядра
 по наблюдениям узкого пылевого джета, частицы которого с различной массой зарегистрированы на разных участках вдоль траектории I пролета «Веги-2». Самые легкие частицы (а) имеют скорость V_a , самые крупные (с) имеют скорость V_c . Благодаря вращению ядра все частицы одной скорости, излучаемые из узкой области на ядре, размещаются на спирали Архимеда, кривизна которой зависит от соотношения скорости разлета и угловой скорости вращения ядра $\omega = 2\pi/T$, где T — период вращения ядра. Угловое расхождение струй частиц разной массы (i, j):

$$\Delta\varphi_{ij} \sim \frac{\Delta l_{ij}}{R_0} \sim \frac{2\pi}{T} \left(\frac{1}{V_i} - \frac{1}{V_j} \right) R_0,$$

где R_0 — расстояние от места наблюдения пыли до ядра

высвобождаются из поверхностных слоев по мере сублимации ядра в результате его разогрева солнечным излучением. При этом газ, расширяясь в вакууме и достигая сверхзвуковых скоростей, увлекает за собой и пылинки. Скорость расширения газа определяется температурой сублимирующих слоев и составляет около 500 м/с. Самые же мелкие пылинки должны разогнаться до скоростей расширения газа. Более крупные пылинки должны иметь несколько меньшую скорость, так как на некотором расстоянии от ядра (порядка 100—1000 его радиусов) в результате падения концентрации газа пылинки и газ расцепляются. Дальше происходит свободный разлет пылинок, поскольку гравитационное влияние ядра кометы на них ничтожно мало.

Дальнейшее движение пылинок уже определяется отношением гравитационного влияния Солнца и давлением солнечного света. Пылинки, поглощая солнечное излучение, рассеивают его в широком диапазоне углов, что обеспечивает направленное ускорение частиц. Так как для частиц тех размеров, которые в основном составляют пылевую оболочку, отношение светового давления больше гравитационной силы, пылинки отбрасываются от Солнца, образуя довольно очерченную кому и пылевую хвост. Частицы данного размера и сорта движутся внутри параболаида, фокус его находится в ядре кометы, а апекс (то есть расстояние от ядра до точки возврата частиц, летящих к Солнцу) определяется отношением квадрата начальной скорости частицы к удвоенному значению радиационного ускорения.

Астрономические наблюдения показали, что радиационная сила для пылинок, эффективно рассеивающих солнечное излучение, в несколько раз превышает гравитационное ускорение Солнца. Наиболее сильно солнечное давление влияет на хорошо проводящие частицы — металлические и углеродные. Для частиц, размеры которых сопоставимы с длиной световой волны, сказываются резонансы Ми — резкое увеличение светового давления. Исследования спектра, рассеянного пылинками, и их теплового излучения дали предвзятельную картину распределения частиц по массам и размерам. Предполагается, что средняя плотность пылевых частиц — порядка 1 г/см³ и увеличивается при уменьшении размера. Основные модели пылевой оболочки «исходят» из того, что частицы с массой меньше 10^{-14} г отсутствуют, а для масс, превышающих 10^{-12} г, справедлив степенной закон распределения по массам.

Принцип действия прибора «СП-1» основан на измерении электрического заряда в плазменном облаке, которое образуется в результате микровзрыва на поверхности мишени при ударе пылевой частицы. Кинетическая энергия пылинки переходит в энергию движения газа расширяющегося облака, где атомы в силу большой плотности энергии ионизируются. При скорости удара порядка 80 км/с (почти с такой относительной скоростью и происходила встреча станций «Вега» с кометой Галлея) вещество пылинки и часть испарившегося вещества мишени становятся практически полностью ионизирован-

ными. Измеряя полный заряд ионов или электронов в облаке, можно определить массу пылинки, так как коэффициент пропорциональности преобразования для данной скорости удара приблизительно известен.

За недостатком места мы не можем вдаваться в подробности устройства даже такого сравнительно простого прибора, каким является «СП-1». Здесь только скажем, что он содержал дублирующий детектор, закрытый тонкой фольгой. Поскольку рыхлые частицы разрушаются в момент прохождения фольги, сравнение показаний открытого и закрытого детекторов должно помочь нам оценить плотность и, по всей видимости, строение пылевых частиц.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ

Пока рано говорить, что дадут результаты обработки одного эксперимента, а тем более — всего комплексного проекта. Анализ и сопоставление результатов между собой, сопоставление с измерениями, выполненными космическим аппаратом «Джотто», а также с астрономическими наблюдениями займут, вероятно, месяцы и даже годы.

И все же кое о чем с определенной осторожностью можно говорить уже сейчас.

Во-первых, результаты наших измерений (и это подтверждают данные прибора «СП-2») показывают, что спектр масс частиц не обрывается на 10^{-14} г, а число частиц с меньшими массами продолжает расти, по крайней мере до масс 10^{-16} г, хотя общий их вклад в полную массу пылевых частиц невелик. Для частиц массой меньше 10^{-14} г апекс составляет приблизительно 40 тыс. км, однако и за границами параболоида наблюдается достаточное количество частиц. Связано ли это с разбросом скоростей частиц, либо это эффект воздействия электромагнитных сил на частицы, имеющие электрический заряд, покажет дальнейший анализ.

Другой интересный результат — наблюдение резонансов Ми. Частицы с массами 10^{-12} — 10^{-14} г более компактно сконцентрированы к ядру кометы, отчего на больших расстояниях до него в спектре пылевых частиц просматривается дефицит указанных масс. Однако эффект резонансов Ми выражен менее четко, нежели это можно ожидать для компактных, а тем более проводящих частиц.

Измерения показывают, что основное и неравномерное пылевыделение идет в конусе с

полураствором порядка 70 — 80° , ориентированном на Солнце. Сам факт преимущественного выброса в направлении Солнца известен из астрономических наблюдений. А вот существование такого конуса активности, подтверждаемого наблюдениями телевизионных систем станций «Вега», представляет несомненный интерес.

И, наконец, измерения пыли подтвердили факт вращения ядра, позволили получить независимую оценку периода и направления вращения. Это было сделано в результате измерений на «Вега-2» по пылевому джету, который комета выбросила в направлении Солнца. Поначалу такой джет зафиксировали при измерениях в каналах, регистрирующих более крупные массы. Однако по мере пролета мимо кометы было замечено кратковременное возращание концентрации все меньших и меньших масс, то есть джет имел пространственную дисперсию по массам. Данное явление мы интерпретировали как результат узкого выброса с вращающегося источника. При этом след выброса имел вид архимедовой спирали, причем угол разворота спирали зависел от скорости частиц. Так как более мелкие частицы движутся быстрее, из теоретических оценок скорости мы можем определить направление вращения ядра. В итоге период вращения ядра кометы Галлея оценен нами приблизительно в 50 часов. Это согласуется с последними астрономическими определениями периода вращения и не противоречит данным телевизионных измерений, осуществленных станциями «Вега». Можно поступить и наоборот — задаться периодом вращения на основании оптических данных (52 часа) и согласовать с ним закон дисперсии пыли по скорости, а также угол, на который повернулось ядро с момента инъекции зарегистрированного пылевого джета до времени пролета «Веги-2».

Таким образом, мы видим, как даже первые результаты анализа позволяют постепенно продвигаться в понимании явлений, протекающих в кометах. Объем полученных данных и их качество вселяют обоснованную надежду, что уже скоро нам предстоит узнать еще немало нового о строении «хвостатых странниц». И, несомненно, это будет великолепным вкладом в «копилку» памяти о замечательном ученом, имя которого носит самая знаменитая из комет.

Советские фотографии ядра кометы Галлея

В ходе эксперимента «Вега» впервые в истории науки были получены отчетливые изображения ядра кометы Галлея. До сих пор, пока исследования велись с Земли, непосредственно ядра комет наблюдать не удавалось.

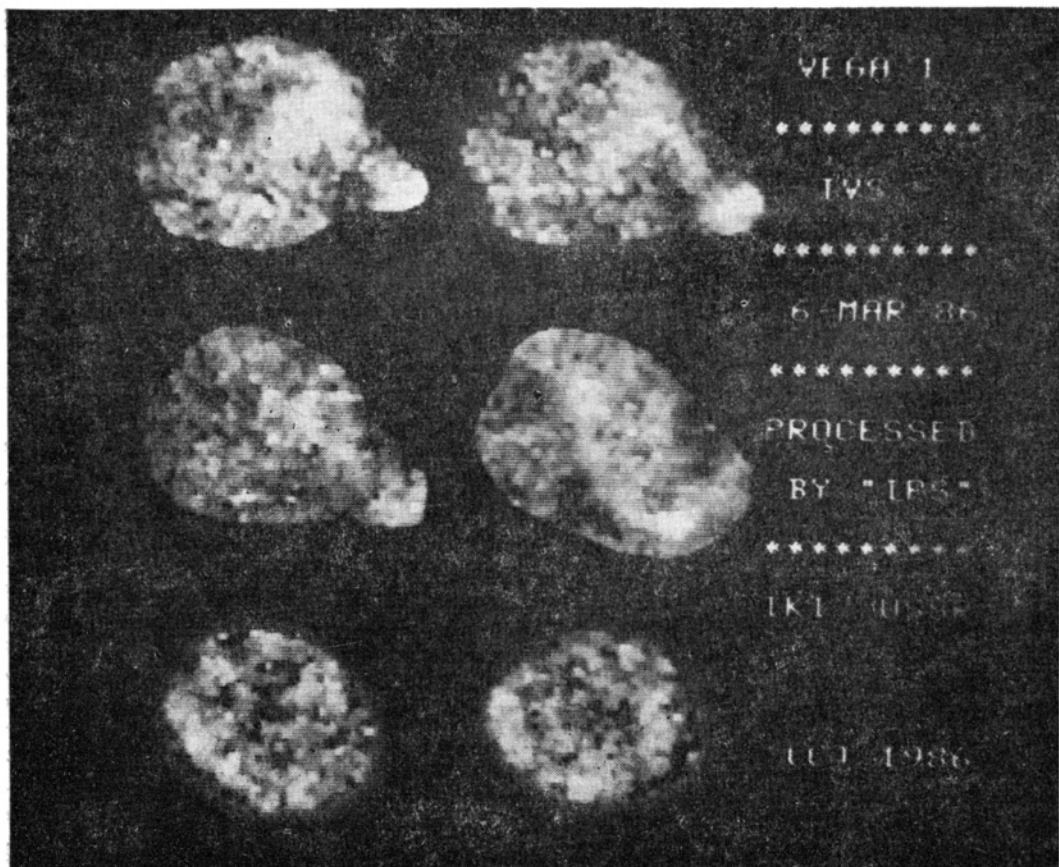
Снимки представлены отделом оптико-физических исследований Института космических исследований АН СССР

Обработанные изображения ядра кометы Галлея. Снимки получены 6 марта 1986 года с борта автоматической межпланетной станции «Вега-1». Приводится серия снимков, сделанных с расстояний от 20 до 9 тыс. км,

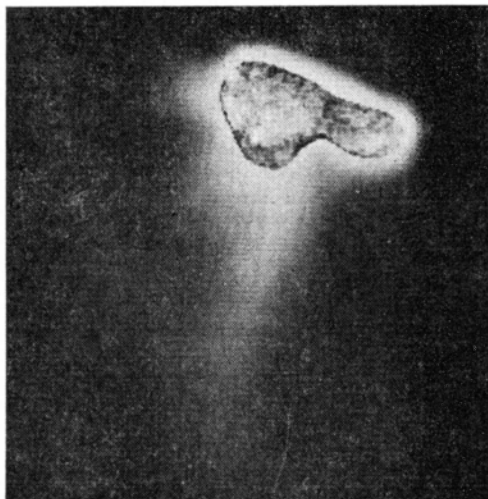
угол съемки при этом изменился на 160° . Ядро представляет собой консолидированное тело неправильной формы с характерными размерами $14 \times 7,5 \times 7,5$ км и весьма низкой отражательной способностью.

Снимки, полученные с расстояний (в км):

12 570;	10 700
9940;	8940
9220;	9700

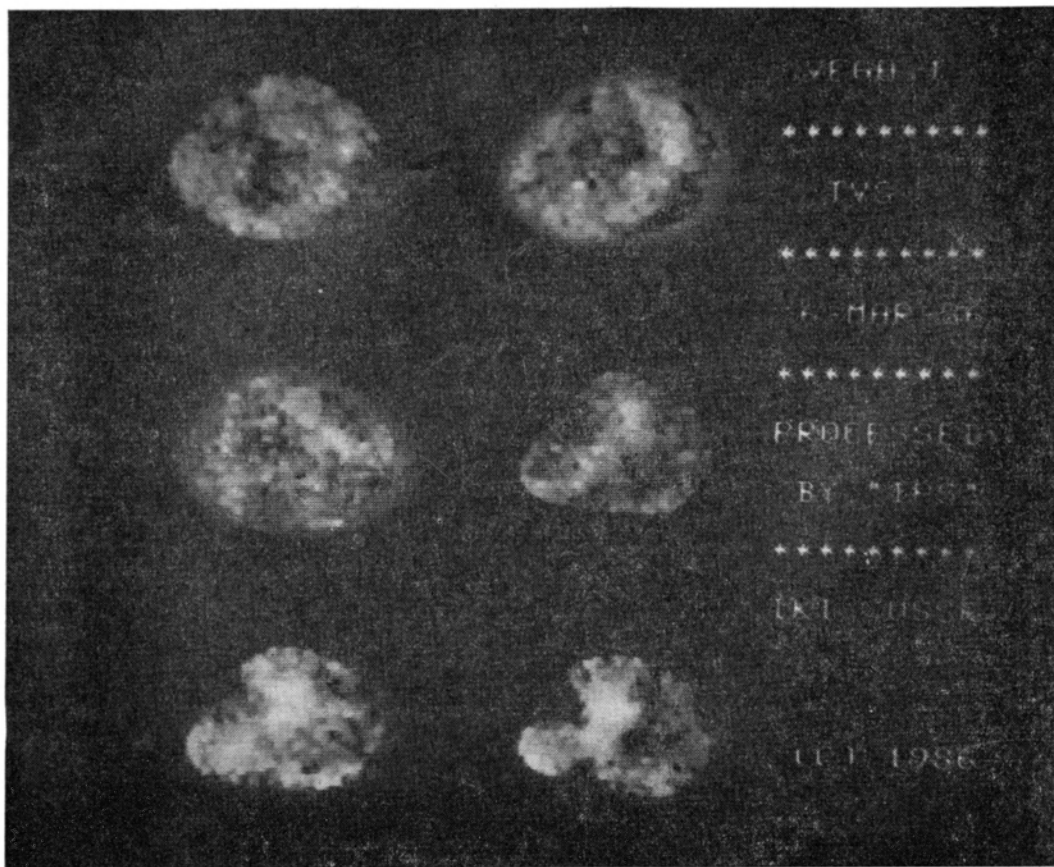


Обработанное изображение ядра и околоядерной области кометы Галлея. Снимок получен 9 марта 1986 года с борта автоматической межпланетной станции «Вега-2», расстояние 8 тыс. км. Эмиссия вещества происходит преимущественно с освещенной Солнцем стороны ядра. Видны отдельные джеты



Снимки, полученные с расстояний (в км):

10 200;	11 200
13 010;	16 730
18 650;	19 850



«Джотто» изучает комету Галлея



Вслед за советскими автоматическими межпланетными станциями «Вега-1» и «Вега-2» около ядра кометы Галлея совершила пролет и западноевропейская АМС «Джотто» (Земля и Вселенная, 1985, № 6, с. 59.— *Ред.*). Была успешно осуществлена программа «Лопман», предусматривавшая использование траекторных измерений советских АМС для наведения «Джотто». В результате еще за несколько суток до входа «Джотто» в кому кометы удалось настолько точно скорректировать траекторию, что расстояние, на котором АМС пролетела около ядра кометы, составило всего примерно 600 км. Это позволило получить ценнейшую научную информацию. В сочетании с информацией, поступившей от советских станций, японских АМС «Сусей» и «Сакигаке» (первая прошла на расстоянии нескольких миллионов километров от ядра кометы Галлея, вторая — на расстоянии примерно 150 000 км), а также ряда космических аппаратов и многочисленных наземных средств, она представляет собой выдающийся вклад в изучение кометы Галлея и в кометологию в целом.

«Джотто» была запущена 2 июля 1985 года с полигона Куру во французской Гвиане западноевропейской ракетой-носителем «Ариан-1». Станция вышла на околосолнечную орбиту, которая 14 марта должна была пересечься с орбитой кометы Галлея. Перигелий своей орбиты (0,75 а. е. от Солнца) «Джотто» миновала 31 декабря 1985 года. Комета Галлея прошла перигелий (0,59 а. е.) 9 февраля 1986 года.

За время полета станции четырежды проводились репетиции пролетного сеанса: в октябре 1985 года, в январе, феврале и начале марта 1986 года. Управление «Джотто» осуществлялось из Центра управления полетом в Дармштадте

(ФРГ, близ Мюнхена), принадлежащего Европейскому космическому агентству (ЕКА), которое создало АМС. Управление велось через станцию слежения в Вейльгейме (ФРГ), имеющую 30-метровую антенну. 24 января 1986 года сигналы с борта «Джотто», принимаемые этой станцией, стали очень слабыми. ЕКА обратилось к НАСА с просьбой использовать для приема сигналов американские станции с 64-метровыми антеннами. Когда они установили связь с АМС, выяснилось, что бортовая остронаправленная антенна не наведена на Землю. Были приняты соответствующие меры, и станция в Вейльгейме снова начала принимать сигналы.

Так при осуществлении программы «Джотто» проявило себя чрезвычайно плодотворное международное сотрудничество ученых: американские специалисты помогли восстановить нормальную связь со станцией, а позже советские — обеспечить ее пролет на заданном расстоянии от ядра кометы. Большую роль в этом эксперименте сыграли и австралийские станции слежения, принимавшие информацию от АМС: в период пролета комета (как и станция) находилась в зоне видимости австралийских станций. Ни из Европы, ни из США наблюдать комету было невозможно.

Принятая с борта АМС научная информация представляет исключительную ценность, но в полном объеме запланированные исследования, к сожалению, провести не удалось. За 2 секунды до прохода на минимальном расстоянии от ядра кометы АМС дестабилизировалась, очевидно, вследствие столкновения с крупной пылевой частицей, и бортовая остронаправленная антенна, как в

январе 1986 года, «потеряла» Землю. Позже нормальная связь с АМС восстановилась, но время уже было упущено, да и телевизионная камера, вероятно, стала непригодной к использованию, так как кометная пыль повредила ее зеркальную систему. До дестабилизации камера сделала свыше 2000 снимков из зашланжированных 3500. Последние снимки ядра произведены с расстояния около 1500 км при разрешении порядка 30 м.

Опубликованы некоторые предварительные результаты исследований кометы Галлея, осуществленные автоматической межпланетной станцией «Джотто». Первые признаки ударной волны около кометы зарегистрированы на расстоянии 1,5 млн. км, первые столкновения с пылевыми частицами — на расстоянии 250 тыс. км. В последние 2 мин перед дестабилизацией детекторы пылевых частиц регистрировали около 120 столкновений в секунду — АМС летела как бы сквозь пылевую завесу. Близ кометы обнаружена турбулентность межпланетного магнитного поля, что заставляет предположить существование собственной магнитной активности кометы.

По данным «Джотто», длина ядра кометы — примерно 15 км. Поперечник его определен лишь приблизительно (4—8 км), поскольку для более точного определения угол зрения телевизионной камеры до пролета на минимальном расстоянии от ядра был неблагоприятным, а после пролета получить снимки уже не удалось. Ядро имеет неправильную форму, которая вызвала у ученых «фруктово-овощные» ассоциации: оно похоже одновременно и на банан, и на земляной орех, и на картофелину. Цвет ядра оказался темнее, чем ожидали. Его сравнивают с черным бархатом и указывают, что это — одно из самых темных тел Солнечной системы. Такой цвет означает, что ядро

Продолжение на с. 49



«Каннибализм» в мире галактик

Законам Мироздания
судьбу свою веряя,
В непостижимых далях
холодной пустоты
Таинственным виденьем
сквозь Вечность прорастают
Миров иных, нездешних
туманные черты...

Огромн, многообразен и загадочен мир галактик. Изучать процессы, происходящие в нем, астрономам приходится сквозь «дымку» необозримых времен — ведь процессы эти растянуты на миллиарды лет. Одно из таких грандиозных явлений — слияние галактик.

ОБЩИЕ КОНТУРЫ ПРОБЛЕМЫ

Галактики — это гигантские по размерам (до нескольких десятков килопарсек) и по массам (от 10^9 до $10^{13} M_{\odot}$) звездно-газово-пылевые системы, сформировавшиеся и начавшие свою эволюционную жизнь в основном более 10 млрд. лет назад. По светимостям, массам и размерам они распределены более или менее непрерывно. Еще в 30-х годах Эдвин Хаббл предложил некую классификацию галактик по внешнему виду — от ранних морфологических типов разной степени эллиптичности (Е-галактики) до поздних типов (спиральные S-галактики с разной степенью развития спиральных ветвей), включающих иррегулярные неправильные системы, богатые газом. Существуют еще и линзовидные (L или S O) галактики, занимающие промежуточные положения между Е- и S-типами.

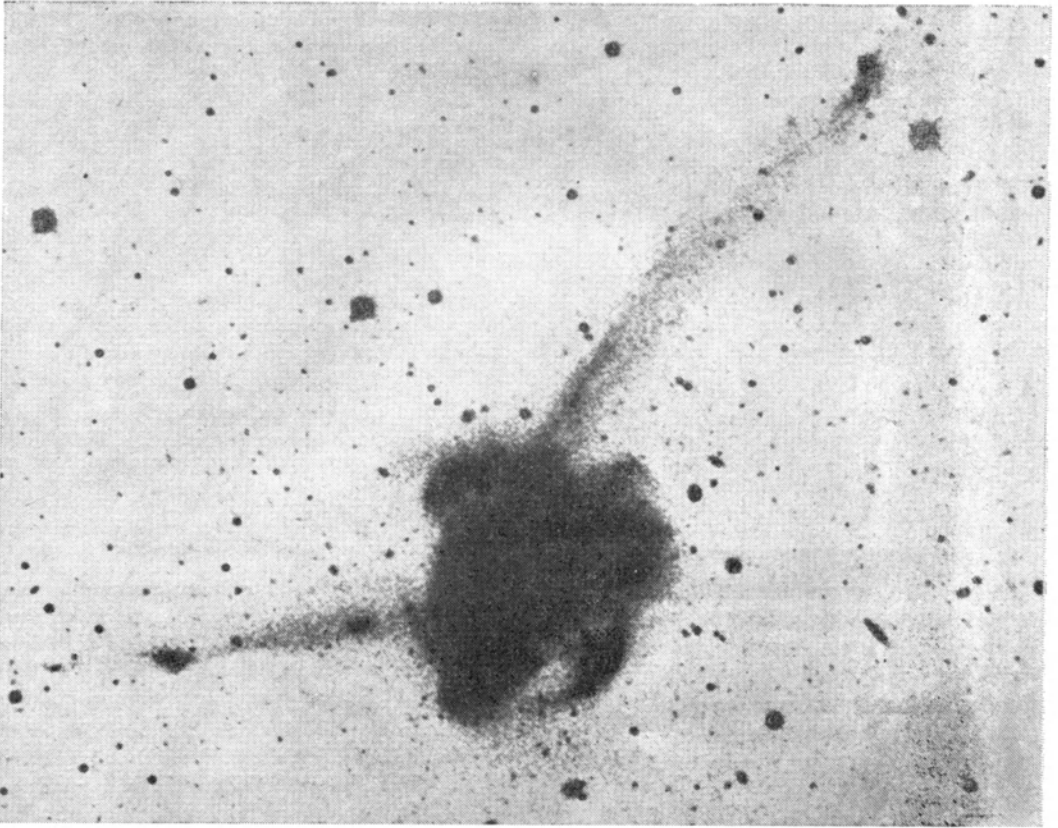
Изолированных галактик (или галактик поля), у которых ближайший «сосед» находится на расстоянии не ближе 6 Мпк, наблюдается менее чем 10% от общего числа ярких галактик (имеющих звездную величину 14,5),

и это в основном S-галактики. Большая часть галактик входит в состав пар, групп, скоплений и даже сверхскоплений (Земля и Вселенная, 1986, № 1, с. 109.—Ред.). Интересно, что существует некоторая зависимость между распределением галактик по морфологическим типам и характеристикой, определяющей степень и масштабы скученности галактик. Например, как показал доктор физико-математических наук И. Д. Караченцев, компоненты массивных пар галактик чаще всего относятся к одному и тому же морфологическому типу.

ПРОЦЕНТНЫЙ СОСТАВ ГАЛАКТИК РАЗНЫХ ТИПОВ

Тип скученности	Тип галактик	
	S	SO + E
Поле	80%	20%
Группы	60%	40%
Скопления	40%	60%

Если рассматривать отдельно центральные (<500 кпк) и периферийные области скоплений, то выясняется, что S-галактики сосредоточены на краю, а Е — в их центре. В общем же наблюдается четкая тенденция: чем выше пространственная или поверхностная плотность галактик в каком-то месте, тем



Сливающаяся система NGC 7252.
Снимок получен на 4-метровом телескопе
обсерватории Сьерро-Тололо (негатив)

больше E-галактик и меньше S-галактик там встречается.

В своем движении по орбитам в гравитационно связанных системах (парах, группах, скоплениях) галактики могут близко подходить друг к другу. При этом между ними возникают гравитационные приливные взаимодействия, которые тем сильнее, чем массивнее галактики, чем ближе они друг к другу и чем больше времени находятся рядом. Такие взаимодействия способны **сильно исказить форму галактики**. Одним из первых обратил внимание и подчеркнул важность этого процесса профессор Б. А. Воронцов-Вельяминов, составивший в 1959 году I часть, а в 1977 году II часть «Атласа и каталога взаимодействующих галактик» (на основе «Паломарского обзора северного неба»). Интересный каталог peculiarных (необычных) галактик создал аме-

риканский ученый Х. Арп, работающий на 5-метровом Паломарском телескопе.

Расчет формы внешних областей галактик, испытывающих приливное воздействие со стороны близко подошедшего спутника, оказался «по плечу» современным мощным ЭВМ. И такие расчеты были проделаны при различных упрощающих предположениях о структуре как центральной, так и возмущающей галактик. В нашей стране работы проводились в Институте прикладной математики АН СССР Т. М. Энеевым, Н. И. Козловым и Р. А. Сюняевым, а за рубежом — А. и Ю. Тоомре (США). Интересные результаты получены при моделировании взаимодействия двух плоских вращающихся галактик. Выяснилось, что эффект гравитационного взаимодействия, помимо всего прочего, сильно зависит и от направления вращения галактик (Земля и Вселенная, 1983, № 1, с. 19.— Ред.).

Наблюдения взаимодействующих систем показали: кроме **сильного искажения формы**,

такие системы часто имеют **особенности звездообразования**, а также **повышенную активность ядер**. Две последние особенности сильнее выражены в наиболее **компактном** из всех взаимодействующих объектов. Ярче всего данный факт проявляется при исследовании галактик, состоящих из протяженной богатой газом спирали и менее массивной, но более компактной компоненты. Скорее всего эти особенности связаны с перетеканием вещества под действием приливных сил от более протяженной галактики-«донора» к компактной галактике — «реципиенту» (Земля и Вселенная, 1972, № 4, с. 25.— Ред.). В галактике-«реципиенте» из-за притока внешнего газа повышается темп звездообразования, о чем свидетельствует увеличение числа молодых горячих звезд, а это, естественно, должно сказаться на ее цвете. Кроме того, оседающий в центральную область газ, возможно, приводит к увеличению темпа аккреции на массивное центральное тело, способствуя повышению его активности. Это хорошо заметно в радиодиапазоне, для которого поглощение пылью не так существенно, как для оптики. Поэтому компоненты взаимодействующих систем с гораздо большей вероятностью бывают довольно сильными радиоисточниками, даже в случае их принадлежности к S-галактикам, хотя для спиралей это совсем не типично (Земля и Вселенная, 1983, № 1, с. 27.— Ред.). Яркий тому пример — пара галактик М 81 (гигантская спираль) и М 82 (иррегулярная галактика, видимая почти с ребра). Перетекание газа от периферийных областей М 81 к М 82 обнаруживается непосредственно с помощью радиолинии нейтрального водорода 21 см. Такой процесс приводит к катастрофическим последствиям для М 82 — в ней наблюдается «вспышка звездообразования» и довольно мощный вытянутый вдоль плоскости галактики радиоисточник. Вид М 82 оказался столь необычным, что ее сначала посчитали «взрывающейся» галактикой, приняв вытянутые неоднородные струи падающего вещества за продукты разлета, вызванного взрывом в ее ядре.

ВЛИЯНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГАЛАКТИК НА АКТИВНОСТЬ ЯДЕР

Астрономы уже давно заметили, что и многие другие пекулярные галактики зачастую входят в пары или тесные группы. Это отно-

сится и к маркаряновским, и к сейфертовским, и к радиогалактикам. (Правда, известны отдельные случаи, когда эти виды галактик не имеют близких соседей.) Складывается впечатление, что на новом «витке понимания» ученые приходят к старой идее о том, что активность в галактиках каким-то образом может быть связана с процессами их взаимодействия, представляющими собой растянутые на десятки миллионов лет «космические катастрофы». А впервые о возможной связи между активностью галактик и их «столкновениями» еще в конце сороковых годов говорили американские астрономы В. Бааде и Р. Минковский, приводя в качестве примера «раздвоенный» вид оптической галактики, отождествленной ими с мощным радиоисточником Лебедь А. Однако в то время большинство астрофизиков отнеслись к этой гипотезе скептически, в общем-то справедливо полагая, что «столкновения» в мире галактик слишком экзотическое и очень редкое событие. Но факты — упрямая вещь! В последние годы выяснилось: все близкие радиогалактики в оптическом диапазоне имеют ту же особенность, что и радиогалактики Центавр А и Лебедь А, — мощную газопылевую полосу, пересекающую сфероидальное звездное тело галактики (Земля и Вселенная, 1980, № 2, с. 26.— Ред.). В близком Центавре А такая полоса хорошо видна, а в далеком Лебеде А ее принимали за раздвоенность галактики.

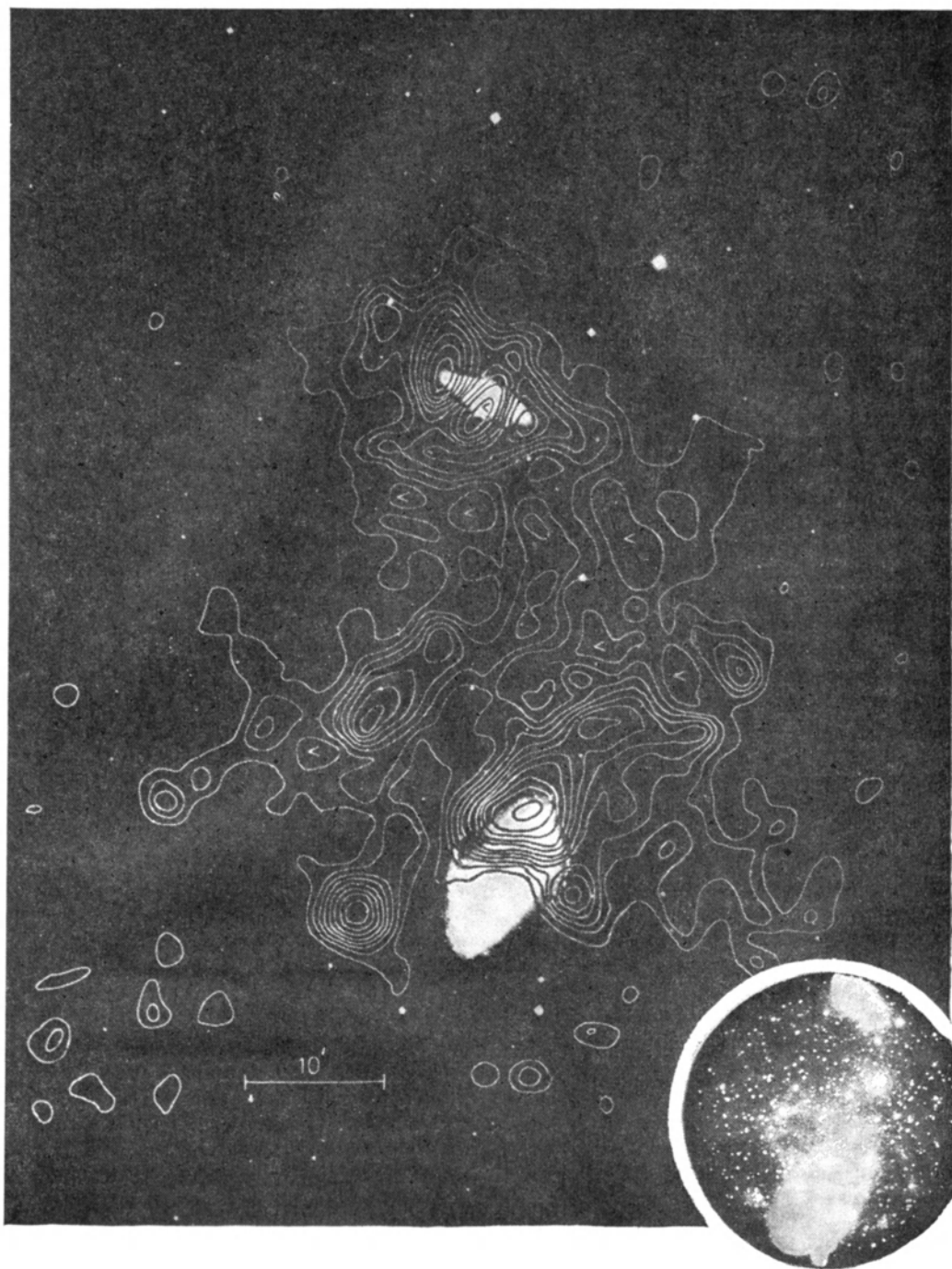
Но откуда у этих гигантских E-галактик взялись газопылевые структуры — ведь в обычных E-галактиках их не видно, да и вообще в сфероидальных системах, как правило, мало газа? Точного ответа на такой вопрос пока нет. Однако вполне возможно, что в этих особых случаях мы наблюдаем или конечную стадию перетекания вещества от ближайшего богатого газом объекта, или «столкновение» со спиральной галактикой. И здесь уместно вспомнить о том, что сильные радиогалактики — это обычно центральное население скоплений или групп галактик, то есть они расположены в областях повышенной плотности, где в настоящую эпоху преобладают именно E-галактики. Случайно ли это? Ведь в гравитационно связанных группах и скоплениях на отдельные галактики кроме приливных воздействий оказывает влияние еще и «динамическое трение». Благодаря ему галактики, тормозясь в общем гравитационном поле, теряют скорость и постепенно прибли-



Модель взаимодействующих галактик NGC 4038 и NGC 4039 («Антенна»), рассчитанная А. и Ю. Тоомре. Каждая из галактик представлена диском, состоящим из звездных комплексов (точки) с одинаковыми массами. Вращение галактик происходит в сторону, указанную стрелками, вокруг центра их тяжести

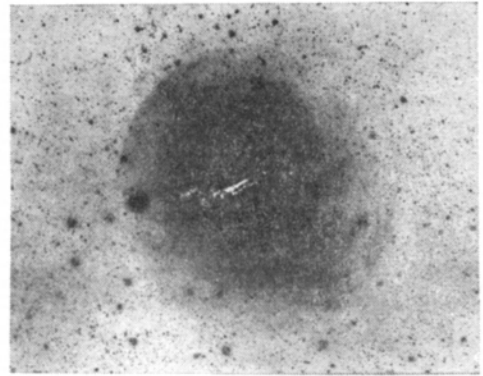
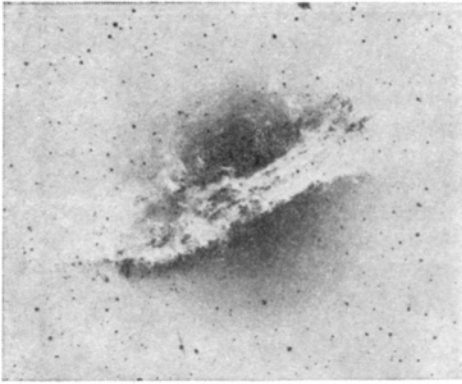
жаются, «оседают», к центру, где за счет слияния отдельных членов может сформироваться

гигантское газозвезднопылевое образование. Если произошло много слияний, то общий момент вращения такого образования будет мал. Газопылевая полоса — это скорее всего результат самого последнего по времени слияния. Такой сценарий для эволюции скопления галактик получил название «коллапса», чем подчеркивается относительная его быстрота (около миллиарда лет). Согласно этому сценарию в центре «коллапсирующего» скопле-



Карта области взаимодействующих галактик М 81 (внизу) и М 82 (вверху), полученная в линии нейтрального водорода ($\lambda=21$ см) на Муллардской радиоастрономической обсерватории Дж. Коттреллом.

В кружке оптическое изображение той же области, полученное В. Христиком (обсерватория ЛГУ) на 50-сантиметровом телескопе методом сложения 8 негативов



Гигантская сфероидалная галактика NGC 5128 (радиогалактика Центавр А) с мощной газопылевой полосой — возможный пример слияния более мелких галактик в группе, центром которой она является (негатив). а) центральная область радиогалактики,

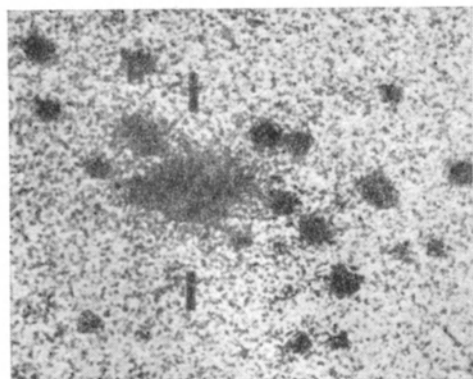
б) далекая периферия системы

ния или группы галактик должны наблюдаться гигантские (по массе и размерам) очень яркие слабовращающиеся галактики, что, по-видимому, и наблюдается. Такие галактики по классификации Б. А. Воронцова-Вельяминова называются «NH-системы» (ядро — гало), а по классификации В. Моргана — «сD — системы» (часто это мощные радиогалактики). В рамках подобных представлений обычные E-галактики (а возможно, и SO-галактики) могли сформироваться в центральных областях скоплений при слиянии небольшого числа мелких членов.

Таким образом, хотя прямые «столкновения» галактик даже в плотных скоплениях редки, однако, как показали расчеты на ЭВМ, постепенное слияние галактик — довольно частое явление. Особенно это относится к небольшим группам, где относительные скорости галактик невелики. Если принять ряд упрощающих предположений, то можно показать, что за время порядка времени пересечения системы $t_{\text{пересеч.}}$ (то есть времени, за которое типичный член системы пересечет ее по диаметру) может слиться около 20% галактик от общего их числа. После этого быстрого «коллапса» число слившихся галактик уже растет слабо, так как оставшиеся члены имеют большие скорости и образуют сфероидалное гало вокруг области активного слия-

ния. С учетом неупругости при «столкновениях» галактик за время порядка (3—4) $t_{\text{пересеч.}}$ число слившихся галактик способно достигать уже 80%! Такая бурная релаксация системы носит характер «вспышки». Этот процесс продолжается до тех пор, пока дисперсия скоростей оставшихся галактик не становится больше дисперсии скоростей звезд в слившемся конгломерате. Ясно, что в «богатых» скоплениях, где разброс скоростей галактик велик (тысячи км/с), процесс слияния медленнее в 5—10 раз по сравнению с «бедными» скоплениями и группами, где дисперсии скоростей членов ≤ 500 км/с.

«Каннибализм» в мире галактик находит много прямых и косвенных наблюдательных подтверждений: примеры слияния можно видеть непосредственно на фотографиях, они обнаруживаются и при исследованиях разного рода зависимостей. Даже функцию светимости галактик — членов скопления — удается получить, исходя из предположения об образовании ярких членов за счет многократных слияний более слабых галактик. Однако не надо думать, что в таком сложном вопросе, как слияние галактик, все уже ясно. Это далеко не так. Ряд астрономов приводит аргументы против некоторых выводов из такого сценария и, в частности, против предположения об образовании E-галактик за счет слияния нескольких S-галактик. Возражения основаны на наблюдательном факте (на него обратил внимание С. Ван ден Берг, Канада): число шаровых скоплений в E-галактиках гораздо выше, чем в S-галактиках той же свети-



Пример взаимодействующей пары: карликовая NGC 1317 — небольшая спиральная галактика в верхней части снимка, плохо различимая на фоне гигантской сфероидальной галактики NGC 1316 (радиогалактика Печь А)

Взаимодействие в системах, окружающих квазары. Небольшое скопление галактик вокруг квазара 3С 206 ($Z=0,2$)

мости. Кроме того, остается неясным, почему гигантские сD-галактики (результат многих слияний) чаще встречаются в центральных областях некоторых типов «богатых» скоплений (то есть там, где разброс скоростей велик), чем в группах с малой дисперсией скоростей. Да и вообще, не все пока ясно в эволюции «богатых» скоплений: разброс скоростей в них не намного выше, чем у «бедных», а пути эволюции совершенно различны. Это трудно понять, если считать, что члены скоплений подобны. И часть астрономов видит путь преодоления этой трудности именно в предположении, что морфологический состав «бедных» и «богатых» скоплений изначально был разным. Или надо предполагать, что «богатые» скопления раньше состояли из «бедных», а E-галактики в них — это уже результат слияния S-галактик в первичных «бедных» скоплениях.

Пока речь шла о грандиозном метагалактическом явлении слияния галактик в довольно близких, относительно хорошо исследованных областях неба, для которых красное смещение $z \leq 0,1$ ¹. А как обстоит дело в более да-

леких системах? Применение в астрономии последних достижений электроники (сканеры, электронно-оптические преобразователи, ПЗС-матрицы и т. п.) позволило в последние годы далеко продвинуться и в этом направлении. В частности, вокруг многих квазаров с $z \leq 0,5-1,0$ обнаружены слабые протяженные структуры, подобные галактикам, а для некоторых из них даже получены спектры и определены цвета. По всей вероятности, это гигантские галактики, очень активные ядра их и являются квазарами. Свойства таких галактик оказались не совсем обычными: они богаты газом, который под действием мощного излучения самого квазара находится в ионизованном состоянии. Исследования этих необычных галактик показали, что у них часто — вытянутая и довольно неправильная форма, похожая на ту, что наблюдается во взаимодействующих или сливающихся системах. Иногда рядом с квазаром видны и другие галактики, имеющие красные смещения не сильно отличающиеся по своим значениям, что свидетельствует об их истинной близости к квазару. Поэтому бытующее утверждение, будто квазары «избегают» областей, занятых скоплениями галактик, оказалось не совсем верным. По-видимому, они «избегают» лишь областей «богатых» скоплений, но вполне хорошо «сосуществуют» с «бедными» скоплениями и группами галактик, то есть системами, где слияние галактик протекает наиболее эффективно. Поэтому была высказана точка зрения, что сам феномен квазара как-то связан с

¹ Красное смещение $z \sim 0,1$ соответствует расстояниям порядка 600—300 Мпк, в зависимости от принятого значения хаббловской постоянной (50 или 100 км/с/Мпк).

эффектами взаимодействия или слияния галактик. В принципе, такое предположение могло бы объяснить и еще один наблюдательный факт, касающийся квазаров, и по поводу которого среди астрофизиков пока нет единого мнения. Здесь речь идет о максимуме при $z \approx 2,5$, он как будто бы наблюдается в распределении числа квазаров по красным смещениям. Есть, правда, сомнения в истинности этого утверждения — некоторые астрономы считают: тут «работают» неучтенные эффекты селекции. На самом же деле пространственная плотность квазаров продолжает возрастать и при $z > 3$. Данный вопрос пытался решить в последние годы своей жизни И. С. Шкловский. Он полагал, что «обрыв» в распределении квазаров при $z > 3$ связан со временем, необходимым для образования газопылевого диска в молодых сфероидальных галактиках². Это время, по его оценкам, равнялось нескольким миллиардам лет и как раз соответствует времени, прошедшему от формирования галактик при $z \approx 5-10$ до $z \approx 3$ (где, как он считал, рождалась основная масса квазаров).

Но к вопросу можно подойти и с другой стороны. Предположим, что квазары — это очень активное ядро в очень массивной галактике, которая сама является продуктом многократных слияний в небольших скоплениях галактик. Тогда от эпохи формирования галактик ($z \approx 5-10$) до формирования квазара ($z \leq 3$) должен пройти достаточно большой промежуток времени, равный нескольким миллиардам лет (время слияния). Он как раз и соответствует разнице времен между эпохами $z \approx 5-10$ и $z \leq 3$. Автор данной статьи предложил квазары, наблюдаемые при $z \leq 3$, называть квазарами II поколения (по аналогии со звездами II поколения) — ведь они вторичны, так как являются ядрами не первичных, а уже слившихся галактик. Вполне возможно, что должны существовать квазары и I поколения, являющиеся ядрами первичных, еще не слившихся галактик. Но мы их пока не наблюдаем — они слабее, как из-за большей удаленности, так и в силу меньшей массы роди-

тельных одиночных галактик. Поэтому как будто наблюдаемый «завал» в распределении квазаров при $z \approx 2,5-3$ должен относиться лишь к квазарам II поколения. Квазары же I поколения, наоборот, должны проявляться в основном при $z \geq 3$. Для их обнаружения надо получать спектры объектов слабее 23 звездной величины. Эта задача под силу космическому телескопу имени Э. Хаббла (США), запуск которого уже не за горами. Ожидается, что поверхностная плотность квазаров I поколения может достигать 1000 на 1 кв. градус небесной сферы (но при звездных величинах слабее 23), то есть примерно в 50 раз больше, чем квазаров II поколения.

Итак, за последнее десятилетие стало ясно: раньше астрономы явно недооценивали роль процессов слияния галактик. А те случаи, которые наталкивали их на мысль о слиянии, они старались интерпретировать обратным процессом — делением одного объекта на части. «Прозрение» наступило под «нажимом» теоретиков. С помощью расчетов на ЭВМ была убедительно показана не только возможность слияния галактик в «бедных» скоплениях за времена порядка миллиардов лет, но и неизбежность этого процесса. Так что теперь ученые поставлены перед обратным вопросом: как понять, почему в некоторых случаях процессы слияния еще полностью не прошли? И хотя в этом грандиозном (и по масштабам, и по временам, и по последствиям для систем) процессе пока далеко не все ясно, однако общие контуры явления обозначены, его роль в эволюции систем галактик осознана и, стало быть, дело теперь за новыми более точными наблюдениями и расчетами.



² Мы уже отмечали, что наличие газопылевых дисков часто связано с активностью ядер и квазаров.

Кандидат физико-математических наук
Н. Н. ЧУГАЙ



Эвальд Рудольфович Мустель

(к 75-летию со дня рождения)

3 июня 1986 года выдающемуся советскому астрофизику, члену-корреспонденту АН СССР Эвальду Рудольфовичу Мустелю исполнилось 75 лет.

Астрономия увлекла Э. Р. Мустеля еще когда он был школьником. В конце 20-х годов он с увлечением наблюдает переменные звезды, вступает в Московское общество любителей астрономии. В 1931—35 годах Э. Р. Мустель — студент астрономического отделения Московского университета, с университетом тесно связана его последующая научная деятельность. Здесь он заканчивает аспирантуру под руководством В. Г. Фесенкова, а затем и докторантуру. Э. Р. Мустель ведет большую преподавательскую и научную работу в Московском университете, в 1944 году становится профессором. После войны он участвует в восстановлении Симеизской обсерватории, а затем в строительстве и организации Крымской астрофизической обсерватории. С 1950 по 1955 год Эвальд Рудольфович заведует отделом физики звезд в Крымской обсерватории, начиная с 1957 года работает в Астрономическом совете АН СССР.

Круг научных интересов Э. Р. Мустеля необычайно широк. Им получены фундаментальные результаты по физике звездных атмосфер и Солнца, в исследовании новых и сверхновых звезд, в изучении солнечно-земных связей.

Начало научной деятельности Э. Р. Мустеля совпало с зарождением теоретической астрофизики, в центре внимания которой всегда находились звезды. В середине 30-х годов были получены распределения энергии в спектрах звезд различного спектрального класса. Оказалось, что у большинства звезд непрерывный спектр подобен спектру излучения абсолютно черного тела. Однако у звезд классов В и А обнаружили сильные отклонения спектра излучения от чернотельного. Вскоре удалось установить причину такого



Эвальд Рудольфович Мустель

«поведения» этих спектров: она кроется в сильной зависимости непрозрачности водорода от длины волны. Но для диагностики физического состояния звездных атмосфер, в частности для определения температуры и химического состава вещества, нужна была строгая теория спектров подобных звезд. Такую теорию и построил Э. Р. Мустель в конце 30-х годов, что сразу выдвинуло его в ряд крупных астрофизиков-теоретиков.

В астрофизике чаще приходится иметь дело с явлениями, которые невозможно изучать в рамках математически строгих теорий, поскольку начальные и граничные условия, определяющие единственность решения математической задачи, сами известны с большой неопределенностью. Особенно это относится к таким сложным явлениям, как вспышки но-



Член-корреспондент АН СССР Э. Р. Мустель, вице-президент АН СССР академик Б. П. Константинов и ученый секретарь Отделения общей физики и астрономии А. Н. Лобачев на строительстве Специальной астрофизической обсерватории АН СССР (60-е годы)

вых звезд. К изучению новых звезд Э. Р. Мустель обращается в середине 40-х годов, когда в мире был уже накоплен огромный наблюдательный материал, включающий как данные об эволюции спектров после вспышки новой звезды, так и об изменении блеска. Однако было совершенно не ясно, что именно порождает весь чрезвычайно сложный наблюдаемый комплекс явлений. Э. Р. Мустелю удалось отбросить несущественные детали и увидеть главное: эволюция спектра отражает смену режимов истечения вещества — от низкоскоростного до высокоскоростного. Э. Р. Мустель проанализировал морфологию оболочки новой звезды через двадцать лет после вспышки и обнаружил удивительные свойства истечения вещества при вспышке новой звезды: истечение это не сферически

симметрично, а оно усиленно в «полюсах» и на «экваторе». Впоследствии Э. Р. Мустель выдвинул смелое предположение, что структура оболочки новой звезды обусловлена ее сильным магнитным полем, напряженность его может достигать 100 миллионов гаусс! У некоторых новоподобных звезд такие поля действительно были впоследствии обнаружены по измерению круговой поляризации.

Обнаруженный Э. Р. Мустелем совместно с сотрудниками Крымской обсерватории сильнейший избыток углерода, азота и кислорода в оболочках новых звезд — в 10—100 раз по сравнению с нормальным содержанием этих элементов в Галактике — стал выдающимся событием в физике новых звезд. Факт этот сыграл решающую роль в понимании природы вспышек новых звезд — явления термоядерной вспышки вещества на поверхности белого карлика, входящего в состав двойной системы.

В 1970 году Э. Р. Мустель обращается к проблеме сверхновых звезд типа 1. Тогда были сделаны лишь первые шаги в отождествлении их спектров, условия же образования спектров и модель оболочки сверхновой полностью

оставались непонятными. Однако и здесь, как и в случае с новыми звездами, Э. Р. Мустель уловил главные черты сверхновой 1 типа в максимуме блеска: мы видим гигантскую расширяющуюся звезду с радиусом фотосферы около 10 000 радиусов Солнца и температурой около 10 000 градусов, на фоне которой и образуются широкие линии поглощения во внешней атмосфере сверхновой. Он тогда высказал плодотворную гипотезу, согласно которой большая интенсивность линий поглощения металлов в спектрах сверхновых звезд 1 типа объяснялась эффектом слишком слабого непрерывного поглощения, обусловленного отсутствием водорода. Гипотеза нашла впоследствии блестящее подтверждение. Значительный вклад в понимание природы сверхновых 1 типа внесли работы Э. Р. Мустеля по отождествлению линий в их спектрах.

Физика Солнца, ближайшей к нам звезды, естественно не могла не привлечь внимание крупнейшего астрофизика. Однако разнообразие и сложность физических процессов, наблюдаемых на поверхности Солнца, не идет ни в какое сравнение с той скудной картиной, какую являет собой далекая звезда. Многообразие солнечных явлений определяется в основном активными процессами на его поверхности. В Крымской астрофизической обсерватории Э. Р. Мустель совместно с А. Б. Северным выполнил пионерские исследования физических условий в солнечных вспышках. Эти работы в 1952 году были отмечены Государственной премией СССР. Позднее Э. Р. Мустель провел теоретический анализ физических условий во флоккулах (зонах повышенной яркости в лучах линий водорода и ионизованного кальция на солнечном диске) и установил, что температура газа в кальциевых флоккулах составляет 6000 градусов. Отсюда был сделан вывод о их локализации в нижней хромосфере.

В последнее время Эвальд Рудольфович работает над проблемой влияния активных процессов, протекающих на Солнце, на метеорологические процессы в земной атмосфере. Посредником в передаче энергии здесь служат солнечные корпускулярные потоки. Их существование и основные свойства были установлены им еще в 1944 году, когда обнаружилось, что геомагнитные бури возникают, как правило, спустя три дня после прохождения активной области через центральный меридиан

Солнца. В результате кропотливой статистической обработки огромных массивов метео- и геомагнитных данных Э. Р. Мустелю с сотрудниками удалось доказать реальность солнечно-земных эффектов в циркуляционных процессах земной атмосферы. И так, факт влияния солнечной активности на метеопроцессы установлен, но Э. Р. Мустель настойчиво ищет тот физический механизм, посредством которого энергия солнечно-земного возмущения переносится из магнитосферы и ионосферы Земли в нижние атмосферные слои. Он обратил внимание на очень важное обстоятельство: основные центры циклонической активности в северном полушарии Земли совпадают с областями магнитных аномалий. Уже было известно: «высыпание» заряженных частиц высоких энергий из земной магнитосферы в нижнюю ионосферу происходит преимущественно в областях магнитных аномалий. Э. Р. Мустель приводит убедительные аргументы в пользу того, что энергия «высыпавшихся» частиц может сыграть ключевую роль в образовании некоторых циклонов.

Кроме чисто научной, Э. Р. Мустель выполняет большую организационную работу. С 1963 года он бессменный председатель Астрономического совета АН СССР и на этом посту вносит значительный вклад в развитие астрономической науки в нашей стране. Э. Р. Мустель — заместитель академика-секретаря Отделения общей физики и астрономии, главный редактор «Астрономического журнала». Мировое астрономическое сообщество избирало Э. Р. Мустеля вице-президентом Международного астрономического союза, обязанности которого он выполнял в 1970—76 годах.

Эвальд Рудольфович встречает свое 75-летие в расцвете творческих сил, свои энергию и знания он всегда щедро отдает решению самых сложных научных проблем.



Памяти Бориса Абрамовича Петрушевского



Борис Абрамович Петрушевский (1908—1986)

13 января 1986 года скончался член редколлегии журнала «Земля и Вселенная», крупный советский геолог Борис Абрамович Петрушевский.

Родился он в Симферополе 7 мая 1908 года. Его отец был известным литературным критиком, мать происходила из интеллигентной семьи, давшей русской науке известных ученых — историков, физиков, математиков.

Поступив в 1925 году на физико-математический факультет Московского государственного университета, Петрушевский окончил его в 1930 году по специальности «геология», и сразу же начал работать в Научно-исследовательском институте удобрений и фунгицидов. Там собралась группа молодых способных геологов, после переезда Академии наук СССР из Ленинграда в Москву она составила ядро Геологического института АН СССР и определила те направления исследований в разных областях геологии, которые сложились позднее в так называемую московскую школу

геологов. Во главе ее в то время стоял выдающийся исследователь — академик А. Д. Архангельский. Именно у него Борис Абрамович и получил первые уроки нелегкого ремесла полевого геолога. Из этой же группы вышли будущие академики Н. С. Шатский, А. В. Пейве, А. Л. Яншин, член-корреспондент АН СССР В. А. Вахрамеев, известный тектонист Н. А. Штрейс и ряд других крупных деятелей советской геологической науки.

Хотя главной практической задачей, стоявшей перед геологами института удобрений и фунгицидов, были поиски месторождений фосфоритов для сельского хозяйства, А. Д. Архангельский сумел придать этим исследованиям гораздо более широкий размах. Они включали всестороннее изучение и современного строения, и истории геологического развития крупных областей Советского Союза. Работы велись на Урале, в Закаспийских и Казахских степях, в Средней Азии. Во многих случаях их результаты стали фундаментом всех дальнейших исследований по стратиграфии и тектонике этих регионов.

Первая самостоятельная работа Петрушевского относилась к правобережью нижнего течения реки Сырдарьи. Он разработал для этого мало исследованного района стратиграфию меловых и третичных отложений, выяснил его геоморфологию и тектоническое строение. Позднее Петрушевский изучал палеогеновые отложения Таджикистана.

После организации в 1935 году Геологического института АН СССР Борис Абрамович стал его сотрудником. Продолжая полевые исследования в Центральном Казахстане, он в то же время собирал материал по геологическому строению гораздо более обширной области, включавшей Урало-Сибирскую платформу и всю Среднюю Азию.

В годы Великой Отечественной войны Петрушевский был направлен на Средний Урал для поиска бокситов, в которых тогда остро

нуждалась страна. В 1944 году он перешел во Всесоюзный институт минерального сырья, а в 1949 году успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по истории Урало-Сибирской платформы и Средней Азии в мезозое и кайнозое. Диссертация Петрушевского до сих пор принадлежит к числу работ, составляющих основной фонд советской геологической литературы. Она была одной из первых сводок по геологическому строению и истории развития обширной, сложно построенной территории. В ней Петрушевский показал себя большим мастером геологических обобщений, умеющим делать выводы об общих закономерностях развития земной коры из далеко не полных, подчас отрывочных, данных. Особенно интересны его выводы о геологической природе Тянь-Шаня, который он в то время рассматривал как своеобразную континентальную геосинклиналь, находящуюся в развитии.

Придя в 1951 году в Институт физики Земли АН СССР и очутившись в совершенно новом для него окружении (здесь работали преимущественно сейсмологи, физики, математики, астрономы), Борис Абрамович удивительно быстро нашел свое место в этом пестром коллективе. Очень общительный, наделенный чувством юмора, он скоро приобрел популярность, его всегда деловые, и в то же время остроумные, выступления на семинарах и совещаниях встречались с неизменным интересом.

В те годы, после катастрофического Ашхабадского землетрясения, одной из важных народнохозяйственных проблем была проблема прогноза землетрясений, особенно большое значение придавалось тогда сейсмическому районированию территории страны. Ведущей организацией в этом направлении стал Институт физики Земли. Благодаря эрудиции Петрушевского, его большому опыту геологических исследований и умению быстро ориентироваться в новых вопросах он вскоре стал заведующим сектором сейсмического районирования. С тех пор до конца жизни научная деятельность Б. А. Петрушевского связана с проблемой геологических критериев сейсмического районирования.

Он был горячим пропагандистом историко-структурного подхода к выявлению зон возможных землетрясений разной силы. Надо

сказать, тогда существовало два метода оценки потенциальной сейсмичности того или иного региона. Один из них — сейсмостатистический — основывался на суммировании данных о прошлых землетрясениях. Оценка геологической обстановки при этом — самая поверхностная. Другой метод, названный сейсмотектоническим, претендовал на то, что степень сейсмичности района можно установить, изучая проявляющиеся на поверхности тектонические разрывы.

В своих первых работах Петрушевский показал: и тот и другой метод — недостаточны. Придавая важное значение сейсмостатистике, он в то же время считал, что геологические основы сейсмического районирования должны быть значительно расширены, они должны включать изучение не только тектонических разрывов, но и всей длительной геологической истории, особенно новейшей. Ведь от глобальных процессов прошлого зависят и вещественный состав земной коры, определяющий ее механические свойства, и современные особенности ее развития, такие, например, как разделение на блоки и так далее. Идеи эти в развернутом виде Б. А. Петрушевский изложил уже в 1955 году в своей монографии «Значение геологических явлений при сейсмическом районировании». Монография до сих пор полностью сохранила свое методическое значение.

В 50-годах группа геологов ИФЗ АН СССР, возглавляемая Петрушевским, вела региональные исследования во всех основных сейсмических областях Советского Союза: на Кавказе и в Средней Азии, в Казахстане и на Алтае, в Саянах и Верхоянье, на Камчатке и Курилах. Всюду изучалась история вертикальных движений земной коры за возможно более длительный период времени, история осадкообразования, складчатости, магматических процессов.

На основе всех этих данных в 1956 году была составлена новая карта сейсмического районирования для всей территории Советского Союза. За эту работу Б. А. Петрушевский (совместно с С. В. Медведевым и Е. Ф. Саваренским) был удостоен премии Президиума АН СССР.

Борис Абрамович побывал во всех тех районах, где работали его сотрудники. Больше всего времени он посвятил Туркмении (там в то время разрабатывался проект Большого Туркменского канала), Средней Азии и Даль-

нему Востоку. Одна за другой появлялись его статьи: о тектонике Копетдага, о природе Большого Балхана, о сейсмогеологии Западной Туркмении, о природе Азиатского горного пояса, о тектонике Памира. Исследования, проведенные на Дальнем Востоке, привели к созданию большой (в 300 страниц) монографии «Вопросы геологической истории и тектоники Восточной Азии». В этой книге, вышедшей в 1964 году, Петрушевский ставит самые общие вопросы геологического развития Восточной Азии и ее взаимосвязи с Тихим океаном. Основной вывод состоял в том, что вплоть до новейшего времени Восточная Азия развивалась по общим законам развития континентов и только в самое последнее время на нее стал влиять наступающий на континент Тихий океан. В эволюции переходной зоны между Азией и Тихим океаном Б. А. Петрушевский усмотрел признаки «океанизации» — замещения континентальной земной коры корой океанической.

Свои взгляды в области сейсмогеологии и сейсморайонирования Борис Абрамович популяризировал не только в нашей стране, но и за границей, во время поездок в Болгарию, Югославию, Китай, Индию. Его идеи широко использовались в Балканском сейсмологическом проекте ЮНЕСКО.

В ряде статей Петрушевский поднимал самые общие вопросы геотектоники, но всегда при этом основывался на конкретных региональных данных. Например, его очень интересовала тектоника Гималаев, где он был в 1964 году во время Геологического конгресса. Обобщив обширный материал, он выделил так называемую Индо-Памирскую глубинную зону. Изучение этой зоны привело его к общей проблеме поперечной тектонической зональности, значение которой он считал решающим в дискуссии между «мобилями» и «фикситами».

Борис Абрамович Петрушевский был интересным исследователем, он высказал немало важных идей и создал целое направление в сейсмическом районировании. Но, пожалуй, в не меньшей мере заслуживает внимания стиль его научной деятельности. Исследования каждого нового вопроса он всегда начинал с тщательного изучения всего, что было сделано раньше в этой области. Его начитанность поражает. Вступительные страницы любой его статьи просто пестрят именами и

ссылками, не остаются незамеченными даже мелкие и случайные заметки. Столь внимательное отношение к предшественникам говорит о высокой научной этике истинного ученого, с какой в наше время не часто, к сожалению, приходится встречаться.

Ряд статей Петрушевский посвятил воспоминаниям о тех крупных деятелях науки, с которыми ему приходилось встречаться, — о В. И. Вернадском, А. Е. Ферсмани, Г. А. Гамбурцеве, А. Д. Архангельском, С. С. Шульце. В таких статьях он чувствовал себя свободнее и тут заметно было, что он не лишен беллетристического таланта.

Характеристика деятельности Б. А. Петрушевского была бы не полной, если бы мы не сказали о нем как о редакторе. Редакторская работа была его истинной стихией. Он начал вести ее еще в 30-х годах, выполняя поручения журнала «Советская геология», доводя «до ума» статьи не слишком строгих к языку авторов. В течение многих лет он был членом редколлегии и ответственным редактором геологической серии «Бюллетеня Московского общества испытателей природы». Несколько лет заведовал геологической редакцией издательства «Иностранная литература» (позднее — издательства «Мир»), где организовал выпуск переводной серии «Науки о Земле», пользующейся популярностью и ныне. Борис Абрамович больше 20 лет был членом редколлегии журнала «Земля и Вселенная». От этой работы он никогда не уставал. Его размашистые замечания подчас буквально испещряли коряво написанную рукопись, и автору обычно приходилось лишь соглашаться с этими замечаниями, всегда обоснованными и направленными на то, чтобы сделать статью понятней и лучше.

Вспоминая Бориса Абрамовича Петрушевского, воздадим также должное тому, что этот столь общительный и такой «легкий» в обращении с окружающими человек сумел проявить удивительную твердость духа и самопожертвование в последние годы своей жизни, когда тяжелая болезнь жены оторвала его от привычного круга друзей и заставила вести столь необычную для него замкнутую жизнь.

Светлую память о Борисе Абрамовиче Петрушевском, оригинальном ученом, прекрасном редакторе и интересном человеке, сохраняют все, кто его знал.

Группа товарищей

К. А. ПОРЦЕВСКИЙ



Национальная конференция по астрономии в Болгарии

С 2 по 8 сентября 1985 года в болгарском городе Смоляне проходила XIII национальная конференция по астрономии, организованная Академией наук, народными обсерваториями и планетариями Болгарии. Она была приурочена к десятилетию работы Смолянского планетария.

Программа конференции, состоявшей около 120 человек — представителей всех астрономических учреждений, университетов, обсерваторий и планетариев Болгарии, включала научную сессию, отдельно рассматривались вопросы методики преподавания и распространения астрономических знаний, а также техническую и молодежную сессии.

На научной сессии в разделе «Галактики» обсуждалось 8 докладов, среди них — «Два ближних скопления галактик», «Спектры наблюдаемых структур во Вселенной», «Сверхскопление в Северной Короне», «Новое сверхскопление галактик». Раздел «Звезды» был представлен 6 докладами, в том числе «Ассоциации в М 31 и М 33», «Новые фотометрические данные рентгеновского источника KR Колар».

11 докладов посвящалось тематике «Солнце. Солнечная система». Здесь хочется отметить такие сообщения, как «Крупномасштабные движения спокойных протуберанцев и колебания на Солнце», «На-

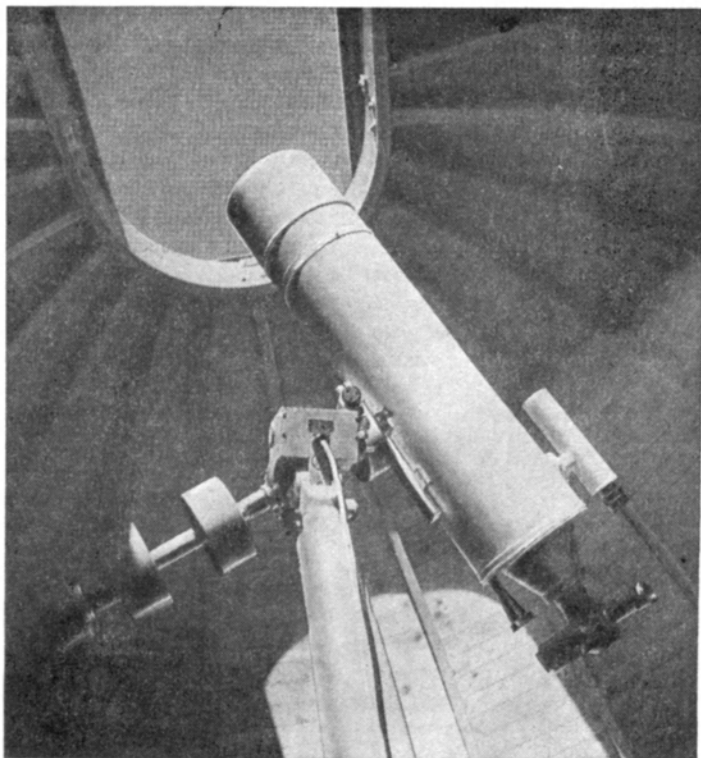
блюдения кометы Галлея в дров, М. Попова, М. Цветков НАО-Рожен», «Статистические и другие.

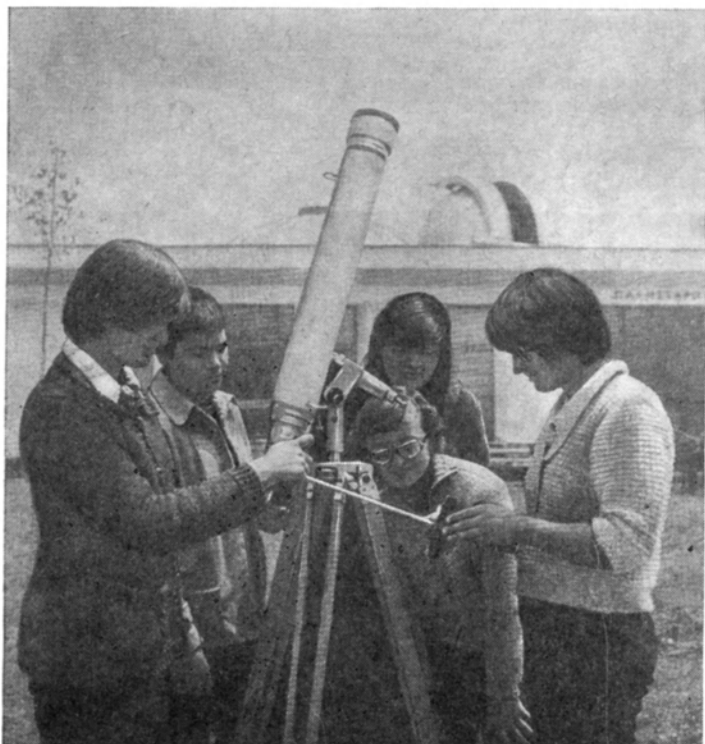
исследования связи между солнечной активностью и смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний, зарегистрированной в городе София». С докладами выступили известные астрономы Н. Николов, В. Шко-

На методической сессии участники конференции заслушали 15 докладов, на технической — 9, на молодежной — 17.

Гостями конференции были представители зарубежных планетариев: А. Рыкль (Прага), А. Хорват (Будапешт), Г. Кубе (ГДР), К. А. Порцевский (Москва). На одном из заседаний выступил с докладом директор

Менисовый телескоп системы Кассегрена в обсерватории Смолянского планетария





Члены астрономического кружка у телескопа

обсерватории в Токио, японский ученый Казан.

Все представители зарубежных планетариев выступали на конференции с докладами. На одном из заседаний методической сессии — под названием «Из опыта работы планетариев у нас и за рубежом» — автор данной статьи рассказал о деятельности советских планетариев и народных обсерваторий.

Десятилетие Смолянского планетария было посвящено торжественное собрание, на нем присутствовали руководители Смолянского окружного комитета БКП, народного совета. О работе планетария рас-

сказала его директор Теменужка Начева, которая руководит им со дня открытия. С приветствием от сотрудников зарубежных планетариев выступил директор Московского планетария К. А. Порцевский. На следующий день гости конференции были приняты секретарем Смолянского окружного комитета партии Н. Кочумовым.

В Звездном зале планетария — экспонаты, знакомящие с разнообразными формами работы Смолянского планетария, здесь же можно было послушать концерт электронной музыки, спектакль-балет «Сказание об Орфее». Город Смолян расположен на юге Болгарии, в Родопских горах, где по преданию жил герой греческих мифов Орфей. Орфею и Евридике в городе даже посвящен памятник.

Смолянский планетарий — оригинальное в архитектурном отношении здание. В его Звездном зале установлен аппарат среднего типа — планетарий космического полета, изготовленный народным предприятием ГДР «Карл Цейс Йена». Просторный зал, вмещающий 180 зрителей, мягкие удобные поворачивающиеся кресла. В фойе планетария обычно располагаются сменные выставки. В юбилейные дни там была открыта выставка картин «Болгарские художники-фантасты».

Планетарий проводит в год 1500 сеансов, на которых получают астрономические знания около 170 тысяч человек. В его штате — 16 человек, в том числе 5 лекторов.

Рядом со Смоляном расположен знаменитый международный туристический комплекс — центр зимнего спорта Пампорово. Поэтому планетарий часто посещают иностранные делегации. Для них существуют автоматизированные программы на русском, французском, английском, немецком языках и эсперанто.

Планетарий имеет астрономическую обсерваторию, в ее трехметровом куполе установлен 15-сантиметровый телескоп системы Кассегрена. Планетарий располагает и другими телескопами для занятий астрокружков и любительских наблюдений. При нем действует молодежный астрономический клуб «Сотис», тут занимаются пионеры, ученики средних школ, студенты и трудовая молодежь.

Смолянский планетарий располагает библиотекой, где можно найти необходимую научную и популярную астрономическую литературу, а также

В фойе планетария

фотолабораторией, кинозалом, залом для работы кружков и даже гостиницей для приезжих.

Участники конференции посетили национальную астрономическую обсерваторию «Рожен», где установлен самый большой в Болгарии телескоп с 2-метровым зеркалом и фокусом Куде для спектрографа. На обсерватории — еще два зеркальных телескопа: 600-миллиметровый системы Шмидта и 70-сантиметровый телескоп. Гости обсерватории Владимир Шкодров вручил фотографии кометы Джакобини—Циннера и кометы Галлея, выполненные на 2-метровом телескопе. Для участников конференции была организована экскурсия в город Пловдив.

Обмен опытом работы болгарских и иностранных планетариев приносит большую пользу. Все мероприятия, связанные с конференцией и де-



сятилетним юбилеем Смолянского планетария, прошли успешно. Это говорит о том, что коллектив Смолянского планетария с большой заинтересо-

ванностью относится к своей работе и завоевал тем самым высокий авторитет в деле популяризации астрономии.

покрыто слоем пыли, причем ее температура должна быть сравнительно высокой. Под слоем пыли, очевидно, находится лед. Видна четкая граница (терминатор) между освещенной Солнцем и теневой сторонами ядра. Зарегистрированы несколько струйных выбросов пыли из активных районов на освещенной стороне. На «вершухе» ядра видны два больших и два малых струйных выброса. Такие выбросы зарегистрировали и АМС «Вега». Видимо, большая часть

пыли выбрасывается из ядра именно в виде струй. Как полагают, в основном частицы пыли имеют массу менее 10^{-6} г. На снимках ядра, обработанных с помощью ЭВМ, заметны образования, которые могут быть холмами и кратерами, но, чтобы утверждать это категорически, требуется дальнейший анализ.

Программа исследований кометы Галлея — поистине международная. Несколько стран участвовали в создании научных приборов для АМС «Вега», одиннадцать стран входят в Европейское космическое агентство, построившее «Джотто», две станции для исследо-

ваний кометы созданы Японией, в обеспечении полета и приема информации от «Джотто» участвовали американские и австралийские станции. Результаты исследований кометы анализируют совместно ученые многих стран. Все это — блестящий пример международного сотрудничества в мирном использовании космоса. И какой чудовищной аномалией выглядят на этом фоне пресловутые «звездные войны»!

Д. Ю. ГОЛЬДОВСКИЙ

Продолжение. Начало см. на с. 32



Кандидат геолого-минералогических наук
В. А. ЕРМАКОВ

VI Всесоюзное вулканологическое совещание

Подлетая в ясную погоду к Петропавловску - Камчатскому, вы увидите неповторимую картину белых камчатских вулканов-гигантов, то безмолвных и мертвых, то живых и курящихся, выбрасывающих белые облачка газов. Здесь царствуют Корякский и Авачинский вулканы, хотя на юге Камчатки около сотни крупных вулканов, образовавшихся меньше миллиона лет назад. Из них восемь действующих. А ведь Южная Камчатка — меньшая из вулканических зон полуострова. Самая большая — Центрально-Камчатская, где располагается крупнейшая в Евразии Ключевская группа вулканов. Тянется она почти на 800 км и надвое разделяет весь полуостров. На Камчатке в настоящее время насчитывается около 300 крупных вулканов, 29 из которых — действующие. Общий объем пород, слагающих здешние вулканы, около 10 600 км³. Отметим, что общий объем вулканов Японии того же возраста вдвое меньше. Поистине Камчатка — страна вулканов.

НА СОВЕЩАНИИ

Камчатские вулканологи в третий раз за последние двадцать лет принимали у себя коллег со всего Советского Союза. И это не случайно.

В Петропавловске-Камчатском находится Институт вулканологии ДВНЦ АН СССР, где ведется основной объем вулканологических исследований в нашей стране. Камчатка и Курильские острова — два звена единой вулканической дуги, которая гирляндой «огней» охватывает Тихоокеанское побережье Евразии и Америки. Здесь, на окраинах материков, ученые решают сейчас многие фундаментальные проблемы развития Земли.

Совещание, собравшее более 500 участников из 49 научных и 16 производственных организаций, проходило с 9 по 11 сентября 1985 года. Посвящено оно было 50-летию советской вулканологии. Тематика охватывала практически все аспекты вулканологии, однако главное внимание уделялось трем следующим проблемам: **вулканическая деятельность, ее механизм, связь с геодинамикой, прогноз извержений и землетрясений; вулканические центры, их строение, петрология и полезные ископаемые; геотермия, действующие гидротермальные системы и рудообразование.**

Директор Института вулканологии член-корреспондент АН СССР С. А. Федотов в своем вступительном слове охарактеризовал историю развития вулканологических ис-

следований, рассказал об основных достижениях за последние пять лет, прошедшие со времени последнего такого совещания, и призвал к дальнейшей интенсификации научных работ. Серьезное внимание в будущем, подчеркнул С. А. Федотов, необходимо уделять исследованию физических и петрологических процессов в магматических очагах вулканов, разработке основ использования геотермальной энергии, изучению механизмов катастрофических взрывов, исследованию природных моделей «ядерной зимы» и, наконец, усовершенствованию методов предсказания вулканических извержений и землетрясений.

В рамках первой и главной темы совещания большой коллектив ученых (С. А. Федотов, В. Н. Андреев, Е. Ю. Жданова и др.) представил интересный обзорный доклад о Курило-Камчатской вулканической дуге в 1980–1985 годах, где за это время наблюдалось 17 извержений семи вулканов. (Общее количество изверженного материала составило 0,7 км³ или 1,4·10⁹ т.) В других докладах были охарактеризованы извержения вулканов и за пределами нашей страны, таких как Сент-Хеленс в США, Момотомбо в Никарагуа. Были открыты и новые вулканы. Обнаружены проявления по всей

**Известные советские
вулканологи
доктора геолого-
минералогических наук
Е. К. Мархинин (слева)
и С. И. Набоко в зале
заседаний**

Фото В. А. Подтабачного

видимости молодого, голоценового вулкана на морском дне к северу от Командорских островов и признаки возможного вулканизма в Северном Ледовитом океане на острове Беннетта, выявлена современная активность одного из крупнейших вулканов Ключевской группы — Дальнего Плоского.

Феноменологические исследования вулканизма служат предпосылкой для разработки более общих теоретических вопросов, связанных, в частности, с механизмом подъема магмы, вулканической деятельности и извержений. Член-корреспондент АН СССР Е. Г. Ипполитов и Ю. П. Трухин предложили в своем докладе физико-химическую модель катастрофических взрывов типа вулкана Безымянного (в 1956 году). Катастрофическое извержение происходит в результате взрыва водородно-воздушной смеси в пористом, трещиноватом материале вулканической постройки. Поступает водород из поднимающейся снизу магмы, где он генерируется при окислении железа. Предлагались и другие механизмы. Например, умеренные и катастрофические извержения связывались с некоторыми устойчивыми режимами истечения магматического вещества, когда один режим скачкообразно переходит в другой. Расход магмы при этом возрастает в 60—2000 раз.

Вулканологов всегда волно-



вала проблема «корней» вулканов. Один из способов ее решения — изучение сейсмофокальной зоны (известной также под названием зоны Беньофа или Заварицкого — Беньофа), к которой тяготеют землетрясения различной глубины — от поверхностных до землетрясений с гипоцентрами 400—600 км. Геометрия этой зоны в районах Камчатки и Курил сейчас хорошо изучена с помощью ЭВМ. Оказалось, что зона имеет двухслойное строение и вулканы в ней располагаются в областях относительно слабой сейсмичности. Возможно, связь вулканов с «асейсмическими дырами» — это общая особенность строения районов островных дуг, характерная и для Японских островов, а скорее всего, и для обрамления Тихого океана в целом.

В интересном докладе С. А. Болдырева и А. Б. Ефимова рассматривался характер напряжений в верхней мантии и тыловой части островной дуги. Авторы показали, что конфигурация и размеры области астеносферы под окраинным морем играют главную роль в распределении напряжений в переходной зоне между океаном и континентом. Общее внимание привлекло на совещании сообщение Г. И. Аносова и соавторов, которые с помощью методов глубинного сейсмического зондирования установили, что на острове Симушир (средняя часть Курильских островов) мощность земной коры — около 30 км. Раньше считали, кора здесь не толще 12—15 км и относили ее к субокеанической, а сам центральный участок Курильской дуги — к энсиматиче-

ским дугам (островные дуги, образованные на океанической коре). Новые данные наводят на мысль, что остров формировался на континентальной земной коре, а не на океанической, и это может сыграть определенную роль в представлениях о развитии всего данного региона.

Вторая тема совещания — «Вулканические центры, их строение, петрология и полезные ископаемые» — объединила интересы геологов и вулканологов, ведущих детальные исследования и картирование вулканогенных образований в широком диапазоне геологического времени. Вулканические центры все больше сейчас используются как критерии при поиске месторождений полезных ископаемых. С этих позиций В. И. Лаштабег и соавторы рассмотрели геологическое строение и перспективы развития минерально-сырьевой базы Камчатской области. Ю. П. Масуренков в своем докладе сформулировал понятие вулканического центра: это автономная совокупность связанных между собой стратовулканов, интрузий и гидротерм, которая развивается под влиянием проникающего сквозь сейсмофокальную зону материала астеносферы.

Строению и моделям вулканических центров и связанным с ними полезным ископаемым были посвящены доклады многих специалистов. Однако нельзя не заметить: в понимании того, что такое вулканический центр, докладчики заметно расходились. У одних это единичный вулкан, у других — целая группа и притом определенным образом построенная (например, с кальдерой), у третьих — сложная

совокупность взаимосвязанных вулканических и плутонических пород, то есть вулканоплутоническая формация. Вероятно, для успешного решения проблемы в будущем нужно выработать общие термины и понятия.

В небольшом числе сообщений рассматривались вопросы петрологии, петрохимии, геохимии вулканических пород и экспериментальные исследования в этой области. В интересных докладах О. Н. Волынца и соавторов по существу впервые была дана комплексная геохимическая характеристика молодых вулканических пород Камчатки. Изучено распределение элементов групп железа, редких щелочей, редкоземельных элементов. Выделены новые, не известные раньше на Камчатке щелочная и шохонитовая серии вулканических пород, которые, как считает автор данной статьи, прямо указывают на процесс рифтогенеза в камчатском регионе.

Интересные доклады были сделаны по третьей теме совещания — «Геотермия, действующие гидротермальные системы и рудообразование». Обсуждались такие вопросы, как тепловой поток областей вулканизма и современные гидротермальные системы, их геохимическая эволюция (Р. И. Кутас, В. И. Кононсп, В. М. Сугробов и др.); состав газов в гидротермальных системах и поведение их отдельных компонентов, в частности металлов (Е. А. Валкин, С. И. Набоко, Ю. П. Трухин и др.); результаты изучения Мутновского геотермального месторождения (Г. М. Асаулов и др.). Перенос металлов в высокотемпературных растворах при вул-

канизме все в большей мере рассматривается как природная модель формирования некоторых месторождений полезных ископаемых.

На специальном секционном заседании обсуждались проблемы взаимодействия вулканизма и биосферы. В своем докладе Е. К. Мархинин, выдвинувший, как известно, идею об абиогенном происхождении жизни, рассмотрел некоторые аспекты взаимодействия вулканизма и биосферы. Области активного вулканизма, по его мнению, представляют собой специфические медико-биологические провинции, в этом направлении их и нужно изучать. Вопрос о происхождении жизни, связанный с вулканизмом, обсуждался также в докладе Л. М. Мухина и соавторов, которые рассмотрели методическую часть исследований. Они пришли к выводу, что большая часть сложных органических соединений в продуктах вулканической деятельности имеет биогенное происхождение.

Классическая вулканология, дающая преимущественно историко-географическое описание извержений, составляет лишь небольшую долю современных исследований. Вулканология стала теперь ареной деятельности петрографов, геохимиков, геологов, физико-химиков. Вулканологические исследования сожмнулись с геофизическими и геотермическими и в них все больше применяются математические методы, а также методы точного физико-химического анализа. Как писал крупнейший вулканолог нашего времени А. Ритман, «современная вулканология пытается обосновать причины вулканизма и его связи с геодинамическими и геохимиче-

скими процессами, чтобы определить его положение и значение в совокупности геологических событий».

ОГЛЯДЫВАЯСЬ НАЗАД

Совещание проходило под девизом «50 лет советской вулканологии». Поэтому полезно немного рассказать об истории вулканологических исследований в нашей стране. Описание вулканов Камчатки ведет свое начало со знаменитых сказок атамана Атласова (1701 г.) и работ камчатской экспедиции С. П. Крашенинникова (1733—1741 гг.). «Камчатская гора (Ключевской вулкан.— В. Е.) не только выше описанных, но и всех, сколько там не есть, гор выше... Дым из ее верху весьма густой идет беспрестанно, но огнем горит она в семь, восемь и в десять лет, а когда начала, этого не запомнят...» Эти давние наблюдения С. П. Крашенинникова стали первым вкладом русских ученых в вулканологию. В ее дальнейшем развитии большую роль сыграли экспедиционные исследования на Камчатке А. Эрмана (1829 г.), К. Дитмара (1851—1855 гг.), В. А. Обручева (1892 г.), К. Богдановича (1898—1899 гг.), С. А. Конради и Н. Г. Келля (1909—1911 гг.).

В начале нашего века вулканологические работы проводились на Кавказе, связаны они с именами академиков Д. С. Белянкина, Ф. Ю. Левинсона-Лессинга, А. Н. Заварицкого, давших детальные описания новейших вулканов Кавказа и Армении. В 1929 году Геологический комитет и Академия наук СССР приняли решение о систематическом изу-



Вид на Авачинский вулкан с вершины Корякского вулкана

Фото Н. П. Смелова

чению вулканов Камчатки, особенно Авачинского и Ключевского. В поселке Ключи в 1935 году по инициативе Ф. Ю. Левинсона-Лессинга построили вулканологическую станцию, которую позднее назвали его именем. Первым начальником станции был В. И. Влодавец, ныне доктор геолого-минералогических наук, старейшина советских вулканологов. Многие десятилетия на ней работали такие известные специалисты, как С. И. Набоко, Б. И. Пийп, Г. С. Горшков, А. Е. Святловский, Е. К. Мархинин, станция стала известной не только в нашей стране, но и за ее пределами.

В 1946 году в Москве была создана Лаборатория вулканологии АН СССР, которую возглавил академик А. Н. Заварицкий, ключевская же вулканостанция оставалась центром исследований на Камчатке. На станции значительно расширяется тематика исследований, начинаются геофизические работы, в середине 50-х годов по инициативе академиков М. А. Лаврентьева, И. Е. Тамма, А. А. Дородницына,

а также известных ученых В. И. Влодавца, Б. И. Пийпа, А. Е. Святловского — были организованы первые на Камчатке геотермические исследования.

Многим известны монографии 50-х годов, где описаны крупнейшие вулканы Камчатки — Шивелуч, Ключевской, Безымянный, группы вулканов — Ключевская, Карымская. Затем были созданы Каталог вулканов СССР и Атлас вулканов СССР, увидели свет различные тематические сборники. Работы этого периода демонстрируют неразрывность и взаимообусловленность общих историко-геологических характеристик вулканов, их активной деятельности, петрографии и петрохимии продуктов извержений, химии вулканических газов. Классической работой такого рода стала монография Б. И. Пийпа «Ключевская сопка и ее извержения в 1944—1945 годах и в прошлом» (1956 г.). В том же году вышла небольшая статья Г. С. Горшкова, основанная на сейсмологических наблюдениях в поселке Ключи, в ней автор привел глубину магматического очага Ключевского вулкана (в верхней мантии). Работа эта получила мировую известность, стала основой для разработки представления о мантийном

происхождении магматических расплавов.

Осенью 1962 года в Петропавловске-Камчатском был создан Институт вулканологии ДВНЦ АН СССР. Его первый директор — член-корреспондент АН СССР Б. И. Пийп, которого впоследствии сменил на этом посту член-корреспондент АН СССР Г. С. Горшков. Сейчас институт возглавляет член-корреспондент АН СССР С. А. Федотов. Институт стал крупнейшим в мире специализированным научным учреждением. О высоком престиже советской вулканологии говорит тот факт, что Г. С. Горшков и С. А. Федотов долгое время были президентами Международной ассоциации вулканологии и химии земных недр.

С организации Института вулканологии началось планомерное изучение как геологических, так и геофизических аспектов новейшей вулканической деятельности в различных районах, но преимущественно все же в пределах Курило-Камчатской островной дуги.

Информация о развитии вулканологических исследований в СССР была бы неполной, если бы мы не сказали о создании в нашей стране целой новой отрасли вулканологии — палеовулканологии. Сейчас во многих городах страны организованы палеовулканологические лаборатории и группы, которые изучают древние вулканические породы и процессы, игравшие важную роль в формировании месторождений полезных ископаемых.

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ

Попытаюсь изложить общие впечатления о совещании. По сравнению с предыдущими со-

вещаниями заметно расширилась тематика. Если раньше она была преимущественно геолого-петрологической, то теперь в равной мере стала и геофизической. Большое значение специалисты начали уделять проблемам геотермии, рудогенеза, появилась совершенно новая отрасль вулканологии, изучающая влияние вулканизма на формирование биосферы. Нельзя не отметить, что значительно расширилась аналитическая и инструментальная база исследований, их география, стали интенсивно развиваться морские исследования.

Однако есть и негативные тенденции. Мне, как геологу, заметно, что упал престиж геолого-петрологических исследований, в особенности связанных с полевым картированием — самым трудоемким, но зато и самым эффективным методом. Несмотря на значительные достижения, мы до сих пор не имеем геологической карты вулканов Камчатки и Курильских островов. Слабо была представлена на совещании и некоторая другая геологическая информация. Вопросы геодинамики, например, были фактически подменены вопросами сейсмординамики и обсуждением результатов глубинного сейсмического зондирования Земли. Продолжают сокращаться исследования по тектонике и вулканотектонике активных вулканических областей. Без них же нельзя надеяться на объективные результаты, относящиеся к эволюции и геодинамике вулканизма даже самого новейшего, четвертичного времени. Эти исследования к тому же необходимы и для прогноза извержений и землетрясений. Поскольку в

создании моделей вулканического процесса мало используются геолого-петрологические предпосылки, остается плохо изученным эруптивный процесс на его высокотемпературной стадии. А ведь в настоящее время одна лишь вулканическая порода может дать нам информацию, хотя бы и косвенную, о состоянии эруптивного процесса в канале или очаге вулкана.

Нужно сказать, до сих пор практически не исследуется специфический состав высокотемпературных вулканических газов, которые отделяются еще от горячей магмы, а не от остывающего лавового потока. Есть основания думать, что из магмы во время эруптивного процесса могут удаляться не только хорошо известные летучие (CO_2 , CO , H_2S , SO_2 , H_2) компоненты, но и K , Na , Al , Ti (их называют труднолетучими). Если бы это удалось установить, значительно оживилась бы разработка моделей дифференциации магмы. Но для «опробования» высокотемпературных газов необходимо, конечно, разрабатывать специальную аппаратуру с дистанционным управлением.

Совещание закончилось. Но участники ждали многодневные экскурсии в экзотические районы активного вулканизма: к Ключевской группе вулканов, к шлаковым конусам извержения 1975—1976 годов в районе Плоского Толбачика, на Паужетское и Мутновское геотермальные месторождения, на вулкан Авачу. Эти экскурсии, по единодушному мнению участников совещания, стали не менее важным средством обмена и получения информации, чем доклады на научных заседаниях.

Два космических «дома» — «Мир» и «Салют-7»

21 мая 1986 года в 12 ч 22 мин московского времени в СССР был произведен запуск усовершенствованного корабля «Союз ТМ» в беспилотном варианте. Цель запуска — комплексная экспериментальная отработка корабля в автономном полете и совместно с орбитальной станцией «Мир». Корабли новой серии предназначены для доставки экипажей на многоцелевые пилотируемые комплексы модульного типа. Корабль «Союз ТМ» создан на базе пилотируемого корабля «Союз Т». На нем установлены новые системы, в том числе сближения и стыковки, радиосвязи, аварийного спасения, а также новые комбинированная двигательная установка и парашютная система. 23 мая 1986 года в 14 ч 12 мин московского времени осуществлена стыковка беспилотного транспортного корабля «Союз ТМ» с орбитальным комплексом «Мир» — «Прогресс-26». Взаимный поиск, сближение, причаливание и стыковка корабля «Союз ТМ» со станцией «Мир» проводились с помощью автоматических средств обоих космических аппаратов. Корабль был пристыкован к станции со стороны ее переходного отсека. После завершения программы совместного полета 29 мая в 13 ч 23 мин московского времени произошло отделение транспортного корабля «Союз ТМ» от орбитального комплекса «Мир» — «Прогресс-26». 30 мая 1986 года была включена на торможение двигательная установка корабля, затем в расчетное время спускаемый аппарат отделился от приборно-агрегатного отсека, перешел на траекторию спуска и совершил мягкую посадку в заданном районе территории Советского Союза.

В соответствии с программой полета орбитального комплекса «Салют-7» — «Союз Т-15» — «Космос-1686» космонавты Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев осуществили 28 мая выход в открытое космическое пространство продолжительностью 3 ч 50 мин. Работы в открытом космосе начались в 9 ч 43 мин московского времени. Основной задачей выхода была отработка методов сборки в космосе крупногабаритных конструкций. В качестве типового элемента использовалась шарнирно-решетчатая ферма, доставленная на станцию «Салют-7» в сложном состоянии. На переходном отсеке станции космонавты установили крепежную платформу, а на ней смонтировали блок, включающий шарнирно-решетчатую ферму и устройство для ее раскрытия и складывания. Ферма вначале была раскрыта, а потом возвращена в исходное состояние. Во время этих операций экипаж вел телевизионный репортаж и фотосъемку. На одном из иллюминаторов рабочего отсека космонавты установили нов-

вый прибор, предназначенный для экспериментов по отработке перспективной системы передачи телеметрической информации в оптическом диапазоне длин волн. В процессе выхода экипаж произвел демонтаж кассет с образцами биополимеров и различных конструкционных материалов, длительное время находившихся на наружной поверхности станции, а также созданной советскими и французскими специалистами аппаратуры, предназначенной для сбора метеоритного вещества в космическом пространстве.

31 мая 1986 года Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев выполнили второй этап работ в открытом космическом пространстве. В 8 ч 57 мин московского времени космонавты открыли наружный люк переходного отсека станции и перенесли в зону проведения работ необходимые оборудование, приборы и инструмент. Основными задачами выхода в космос были продолжение начатых 28 мая испытаний шарнирно-решетчатой фермы и проведение научно-технических и технологических экспериментов. Космонавты развернули ферму на длину 12 м и посредством установленных на ней приборов провели эксперимент по оценке динамических характеристик ее конструкции. Одновременно выполнялись исследования атмосферы вблизи орбитального комплекса. Передача телеметрической информации с приборов осуществлялась оптико-электронной аппаратурой, смонтированной на иллюминаторе рабочего отсека во время предыдущего выхода. Завершив намеченные испытания и эксперименты, космонавты возвратили ферму в исходное положение и демонтировали ее. Затем на внешней поверхности станции Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев установили аппаратуру, предназначенную для изучения влияния факторов открытого космоса на циклически нагружаемые образцы конструкционных материалов.

Следующим этапом работы экипажа в открытом космосе стало проведение технологических операций по сварке и пайке элементов ферменных конструкций с использованием портативной усовершенствованной электронно-лучевой установки. Выполнив запланированные работы в полном объеме, командир экипажа и бортинженер возвратились в станцию. Время пребывания их вне станции составило 5 ч. Впервые в практике пилотируемых полетов Л. Д. Кизим и В. А. Соловьев восемь раз выходили в открытый космос, при этом общая продолжительность их работы на внешней поверхности станции оказалась равной 31 ч 40 мин.

(По материалам ТАСС)

Продолжение следует

Продолжение. Начало см. на с. 2.



Ученый секретарь Московского филиала
Географического общества СССР
Б. Н. ЛИХАНОВ

Форум географов

В 1985 году исполнилось 140 лет одному из старейших географических обществ мира — Географическому обществу СССР. Еще до Октябрьской революции оно прославилось себя многочисленными научными экспедициями в малоисследованные, труднодоступные области нашей планеты, такие, как Камчатка, Сахалин, Чукотка, Уссурийский край, Центральная Азия, Новая Гвинея, Восточный Китай. Экспедиции эти были связаны с именами выдающихся русских географов Ф. П. Литке, П. П. Семенова-Тян-Шанского, Н. Н. Миклухо-Маклая, Н. М. Пржевальского, Г. Н. Потанина, Г. Е. Грумм-Гржимайло, П. К. Козлова.

В первые годы советской власти Географическое общество активно включается в строительство новой жизни. Экспедиции продолжают, но ставятся и другие цели — географы приступают к решению крупных народнохозяйственных проблем, занимаются географическим образованием и пропагандой географических знаний. В обществе работают и руководят им В. А. Обручев, В. Л. Комаров, Ю. М. Шокальский, Н. И. Вавилов, Л. С. Берг и другие крупные ученые (Земля и Вселенная, 1979, № 2, с. 63.—Ред.).

В наши дни Географическое общество СССР стало важной межведомственной организацией, оно вносит значительный

вклад в решение крупнейших задач освоения и охраны природы, содействует экологическому образованию и патриотическому воспитанию населения, активно участвует в деятельности Международного географического союза и в работе международных географических конгрессов. Особенно расширяются и крепнут его связи с географическими обществами социалистических стран.

Правление общества находится в Ленинграде, где еще в 1912 году на средства, собранные членами общества, было построено собственное здание. Здесь размещается крупнейшая географическая библиотека, хранится богатейший архив, здесь же не реже двух раз в год собирается Ученый совет Географического общества СССР, состоящий из ведущих географов, и несколько раз в месяц — Президиум общества.

Высший орган Географического общества — его съезд, который собирается каждые пять лет. 125-летие общества отметил в 1970 году состоявшийся в Ленинграде V съезд; VI съезд проводился в Тбилиси, VII — во Фрунзе.

Последний VIII съезд Географического общества СССР работал в начале октября 1985 года в Киеве. Более тысячи делегатов и гостей собрались в Октябрьском дворце. Открыл

съезд президент Географического общества СССР Герой Социалистического Труда академик А. Ф. Трешников. На съезде выступил Председатель Совета Министров УССР А. П. Ляшко, который отметил большую роль Географического общества в жизни страны, подчеркнул важность вопросов, рассматриваемых на съезде. А. П. Ляшко огласил приветствие Совета Министров СССР VIII съезду Географического общества СССР. В нем говорится, что общество вносит достойный вклад в развитие географической науки, «активно участвует в координации географических исследований, пропаганде географических и экологических знаний, совершенствовании школьного и высшего географического образования, решении задач рационального природопользования и размещения производительных сил. Усилия членов общества направлены на разработку географических аспектов крупных народнохозяйственных мероприятий, проблем охраны окружающей среды, выполнение комплексных целевых программ».

От Академии наук СССР и Академии наук УССР съезд приветствовал президент АН УССР академик Б. Е. Патон, он также огласил приветствие президента АН СССР академика А. П. Александрова.

Делегаты и гости съезда теп-

ло встретили приветствия от космонавтов и знаменитого советского полярника И. Д. Папанина, который сорок лет возглавлял самый крупный филиал Географического общества СССР — Московский, а также послания от географов братских социалистических стран. Сердечно приветствовали участников съезда пионеры.

Пленарные заседания были посвящены трем актуальным проблемам географической науки: научно-практическим задачам советской географии; роли географической науки в разработке и реализации комплексных программ; географическим проблемам Мирового океана. Начались пленарные заседания докладом академика А. Ф. Трешникова, В. С. Жекулина, Е. С. Короткевича, члена-корреспондента АН СССР В. М. Котлякова, С. Б. Лаврова «Актуальные и перспективные задачи советской географии». В нем подведены итоги работы географов за прошедшее после VII съезда пятилетие. Географы немало потрудились в области теории и методологии науки и применения ее на практике, активно участвовали в комплексных территориальных программах, решении проблем рационального природопользования, экологического воспитания. Отмечалась возросшая роль географии в борьбе за мир, предотвращение ядерной войны.

В прошедшем пятилетии географы активно участвовали в реализации Энергетической и Продовольственной программ СССР, таких комплексных территориальных программ, как «Сибирь», «Нечерноземье», в освоении зоны БАМ. Группа географов во главе с директо-

ром Института географии СО АН СССР членом-корреспондентом АН СССР В. В. Воробьевым была награждена медалями, учрежденными в связи со строительством БАМ.

В традициях общества — тесные связи с Военно-Морским Флотом. Этой теме было посвящено выступление Адмирала Флота Советского Союза, почетного члена Географического общества СССР С. Г. Горшкова.

Неотложной задачей географии стала в последнее время оценка антропогенного влияния на отдельные компоненты природы и на окружающую среду в целом. Это непосредственно связано с проблемой природных ресурсов, особенно ресурсов пресной воды, истощение их сейчас вызывает тревогу. Долговременными хранилищами воды — притом чистойшей — служат снег и лед. Под руководством вице-президента Географического общества члена-корреспондента АН СССР В. М. Котлякова в Институте географии АН СССР создается «Атлас снежно-ледовых ресурсов мира», о котором много говорили на съезде.

В Географическом обществе развиваются новые направления географии, такие, как медицинская, рекреационная, мелиоративная география. По медицинской географии общество стало даже координирующим центром. Двенадцать медико-географов, представляющих различные подразделения общества, были удостоены в 1985 году Государственной премии СССР.

В Московском филиале, Белоруссии, на Украине, Урале активно действуют подразделения по мелиоративной географии; при Московском фи-

лиале работает Комиссия рекреационной географии, которая выпускает по этой проблеме труды, проводит конференции, обсуждает наиболее важные аспекты развития туризма.

Географическое общество СССР стало инициатором разработки проблем, включающих территориальную организацию советского общества, по традиции оно уделяет большое внимание нашим северным территориям, их охране и рациональному использованию. Вовлечь широкие массы населения в решение вопросов охраны природы — одна из главных задач Географического общества СССР. Географы ведут большую работу со школьниками, она идет главным образом через всесоюзный клуб «Планета».

Примером того, как Географическое общество участвует во всенародном движении за сохранение малых рек, может служить деятельность Межреспубликанского комитета по проблемам бассейна реки Десны. Он создан по инициативе Московского филиала общества, и возглавляет его первый секретарь Брянского обкома КПСС, депутат Верховного Совета СССР А. Ф. Войстроченко. При Московском филиале успешно действует координационный совет по исследованию бассейна реки Москвы, а при Алтайском филиале — постоянный комитет по проблемам реки Алей.

Из докладов на пленарных заседаниях хотелось бы отметить доклад В. П. Можина «Научные основы Генеральной схемы размещения производительных сил СССР и роль географии». В нем показано, какое большое значение имеет совершенствование территори-

альной структуры хозяйства, комплексное развитие экономики, Генеральная схема размещения производительных сил. Автор подчеркивает роль территориально-производственных комплексов (ТПК) — Тимано-Печорского, Западно-Сибирского, Саянского, Канско-Ачинского, Южно-Якутского (РСФСР), Павлодар-Экибастузского (Казахская ССР), Южно-Таджикского (Таджикская ССР). В докладе сделан важный вывод о том, что Генеральная схема размещения производительных сил и Генеральная схема расселения СССР должны дополняться Генеральной схемой природопользования, а в разработке теоретических и методологических основ этой схемы должны участвовать географы.

Назовем ряд пленарных докладов, чтобы наглядно показать разнообразие задач, решаемых современной географией. Это и роль космических средств наблюдения в географии (академик К. Я. Кондратьев, А. А. Григорьев), и задачи географии в реализации Продовольственной программы (академик АН УССР М. М. Паламарчук, Т. В. Балабанов), и роль картографии в народном хозяйстве (А. П. Золовский, К. А. Салищев, Л. Е. Смирнов, В. Р. Яценко), и значение географии в освоении природных ресурсов Сибири (член-корреспондент АН СССР В. В. Воробьев), и идеологическая роль географии (С. Б. Лавров), и повышение эффективности преподавания географии в средней и высшей школе (член-корреспондент АПН В. П. Максакровский, Г. И. Рычагов, В. М. Юрковский).

На съезде отмечались серьезные недостатки в работе

географов, обсуждались такие наиболее важные вопросы, как необходимость повышения качества преподавания географии, ее роли в обучении школьников. Не все гладко и с изданием географической литературы. Например, до сих пор не существует научно-популярного иллюстративно-художественного журнала по географии СССР.

После пленарных докладов началась работа секций, где слушалось и обсуждалось множество докладов. Вообще участники съезда получили возможность познакомиться с

работами около 500 географов из различных областей нашей страны и, таким образом, получить достаточно полное представление о современном состоянии географической науки.

В решениях VIII съезда Географического общества СССР намечены важнейшие задачи общества на пятилетие. Съезд выбрал руководящие органы, президентом Географического общества СССР вновь избран академик А. Ф. Трешников.

НОВЫЕ КНИГИ

«Землетрясение: где, когда, почему!»

Так два известных советских сейсмолога А. В. Друмя и Н. В. Шебакин назвали свою научно-популярную книгу (Книшнев: Штиница, 1985). В шести ее главах в доступной и занимательной форме рассказывается о причинах возникновения сейсмических толчков, способах их изучения и анализа. В первой главе читатель познакомится с внутренним строением Земли, геологическими процессами, протекающими в ее недрах, происхождением землетрясений, во второй — с проблемой регистрации сейсмических толчков. Разрушительная сила землетрясений — тема третьей главы (в виде таблицы приведены данные о сильнейших сейсмических катастрофах, случившихся на Земле в XVI—XX веках). Автор говорит о том, что такое сейсмическая шкала, сейсмический риск.

Проблемам сейсмического районирования — общего и де-

тального, а также сейсмического микрорайонирования посвящена четвертая глава книги. Здесь читатель узнает о Балканском сейсмическом проекте, в нем активное участие принимали советские ученые. В пятой главе речь идет о трудностях, которые стоят на пути прогноза сейсмических толчков, рассказывается об этапах и методах, средствах и технике прогнозирования землетрясений. Шестая заключительная глава книги повествует о землетрясениях в Молдавии, описываются толчки 1940 и 1977 года.

Книга содержит два приложения. В первом дается описание шкалы сейсмической интенсивности MSK-64 с подробной характеристикой землетрясений по двенадцатибалльной системе. Второе приложение — полезные практические рекомендации: как вести себя до землетрясения, во время сейсмического толчка и после него.

Книга адресована широкому кругу читателей, она будет интересна также и специалистам — геологам, геофизикам, строителям.



Десять рейсов «Витязя»

Витязь в старинных русских былинах и сказаниях — отважный и благородный воин, сражающийся за честь и славу родной земли. Первое русское судно с таким названием проводило гидрографические и океанографические наблюдения в Тихом океане, а в 1870 году доставило на Новую Гвинею замечательного учено-

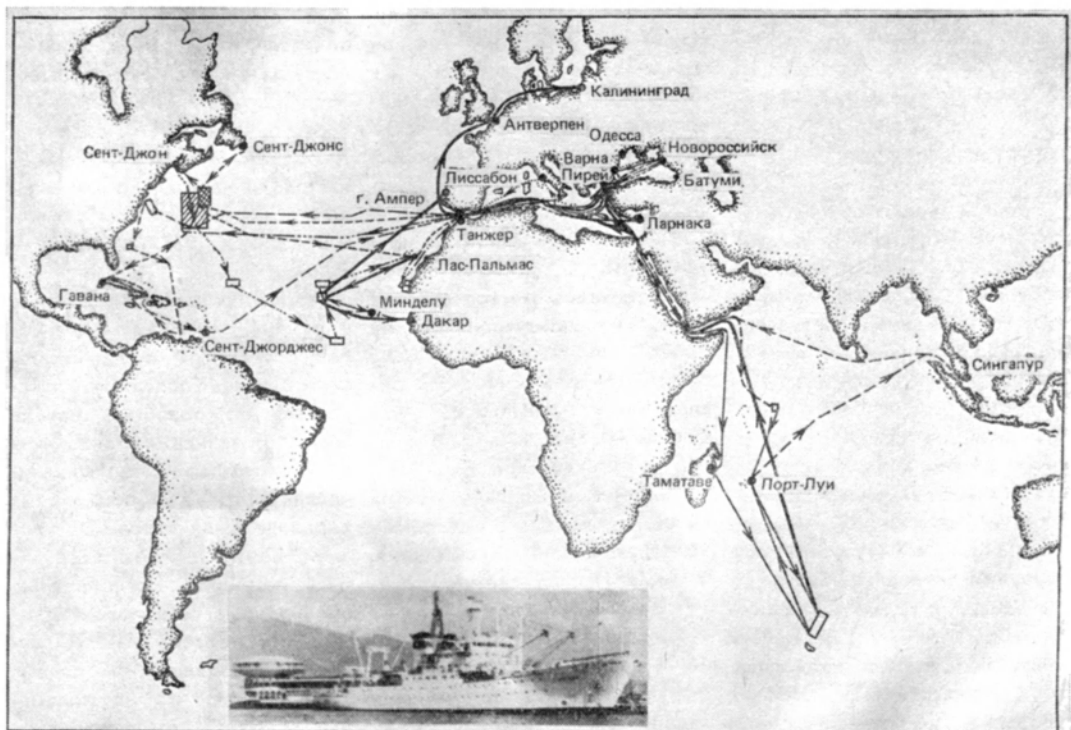
го Н. Н. Миклухо-Маклая.

Имя второго «Витязя» высечено на мраморном фронтоне Океанографического музея в Монако. На этом судне русский ученый и адмирал С. О. Макаров выполнил океанографические исследования в Тихом океане, которые до сих пор считаются классическими.

Третий «Витязь» тридцать лет (1949—1979 гг.) верно служил науке. С его экспедициями связаны выдающиеся открытия:

максимальной глубины океана в Марианской впадине, существования жизни на больших глубинах, нового типа животных — погонофор, течения Тареева в Индийском океане. Экспедиции третьего «Витязя» — целая эпоха исследований Мирового океана.

6 декабря 1981 года был поднят государственный флаг на новом «Витязе» (Земля и Вселенная, 1982, № 3, с. 42. — Ред.). Этот современный ко-



рабль науки оснащен глубоководным водолазным комплексом для подводных исследований. В кормовой части имеется шахта, по которой опускается водолазный колокол, доставляющий акванавтов или водолазов на глубину до 250 м. В водолазный комплекс входят также гипербарическая камера с отсеками для водолазов, системы жизнеобеспечения и помещения, где хранятся баллоны с гелием, кислородом, азотом, дыхательной смесью. Есть на «Витязе» и различные научные лаборатории.

24 января 1982 года «Витязь» вышел в свой первый экспедиционный рейс. Необходимо было опробовать исследовательские средства судна, но вместе с тем была поставлена и научная задача — геолого-геофизические исследования в Средиземном море (Земля и Вселенная, 1982, № 6, с. 60.— Ред.). Так началась летопись геологических рейсов «Витязя».

МОРСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

Средиземное море — самое крупное внутреннее море Мирового океана — считается колыбелью морской геологии. Уже больше двух столетий оно неизменно привлекает к себе внимание специалистов. Согласно современным взглядам, развитие средиземноморского бассейна отражает процесс взаимодействия Африканской и Евразийской материковых плит, в результате чего закрылся палеоокеан Тетис.

В первом и седьмом (июль — сентябрь 1984 года) рейсах «Витязя» изучались подводные горы в тектонически активных областях Средиземного моря и примыкающей к ним Азоро-

Гибралтарской зоне Атлантики. Трансформные разломы, формирующие эту зону, служат границей между Африканской и Евразийской литосферными плитами. В рейсах использовались современные подводные исследовательские средства: обитаемый подводный аппарат «Аргус», телеуправляемые подводные аппараты, водолазный колокол. Такие аппараты в сочетании с приборами и оборудованием, имеющимся на океанских научно-исследовательских судах, значительно расширяют диапазон исследований, позволяя добыть информацию, которую нельзя получить другими способами и методами.

Самым первым объектом геологических исследований первого рейса в Средиземном море был подводный склон и шельф острова Кипр. Большая часть острова сложена остатками древней океанической коры, сформировавшейся в мезозое, когда еще существовал океан Тетис. Прежде всего это горный массив Троодос, одно из редких мест на Земле, где можно найти реликты древней океанической коры — офиолиты. С древней корой связаны здесь месторождения меди, эксплуатирующиеся уже более трех тысяч лет. После детального геологического обследования выяснилось, что массив Троодос имеет продолжение на океанском дне.

Попутно на шельфе Кипра были проведены подводные археологические изыскания. У мыса Пафос, где по древнегреческой легенде вышла из пены морская богиня Афродита, а также у островков Орфурус и Мулия водолазы и гидронавты с «Аргуса» обнаружили следы кораблекруше-

ний, случившихся вероятно, в VI веке до н. э. Нашли скопления разбитых амфор и глиняных блюд. По просьбе кипрских властей была обследована часть шельфа, покрытая хорошим строительным песком.

В Атлантике (район подводной горы Ампер) в первом рейсе «Витязя» провели геолого-геофизические исследования: на вершину горы в подводном колоколе опускался водолаз, поднявший с 85-метровой глубины образец базальта.

Исследования в седьмом рейсе «Витязя» были более детальными. (Вместе с «Витязем» в экспедиции участвовало также небольшое судно «Рифт»). Объектами этих исследований стали подводные горы Верчелли и Вавилова в Тирренском море. Детальные комплексные геолого-геофизические работы показали, что гора Верчелли — не вулкан, как считали раньше. Это фрагмент континентальной коры палеозойского возраста. А подводная гора Вавилова — настоящий вулкан, образовавшийся на морском дне (Земля и Вселенная, 1985, № 6, с. 53.— Ред.).

Геологические исследования в районе подводных гор Ампер и Жозефин в Атлантическом океане позволили установить, что обе они сначала сформировались на океанической литосфере как вулканические острова, а позднее их вершины были «срезаны» эрозией, сами же горы погрузились под воду. Исследования, проведенные советскими экспедициями на горе Ампер, широко освещались в печати. Дело в том, что на подводных снимках горы, появившихся в одном из советских науч-

но-популярных журналов, как будто бы вырисовывались остатки рукотворных строений с каменной кладкой. Заговорили о легендарной Атлантиде, которая могла располагаться примерно в этом районе океана. В седьмом рейсе «Витязя» выполнили такое детальное и тщательное обследование горы, какого до сих пор сделать не удавалось. Вот что об этом говорит доктор технических наук В. С. Ястребов, комментируя результаты геолого-геоморфологических работ в данном районе:

«Верхняя поверхность вершины горы рассечена скальными грядами, имеющими часто пластообразную форму... Пласты, как правило, рассечены трещинами, создающими прямоугольные блоки, кажущиеся издали искусственной каменной кладкой. Именно эти поверхности в различных вариантах фиксировались на многочисленных фотоснимках и наводили на мысль об искусственном происхождении грядстен. За тот огромный промежуток времени, когда вершина горы Ампер могла находиться под водой, различия естественного и искусственного, конечно же, должны были совершенно стереться. Поэтому, глядя на подобную грядку даже из подводного аппарата, трудно подобрать аргументы и за, и против. Однако вопрос о происхождении гряд помог решить «дискредитирующий» факт. Одна из гряд, начинающаяся от монолитного поднятия, достаточно долго внешне представляла собой его естественное продолжение. Ее поверхности были сложены бесформенными, бугристыми и натечными образованиями. (Отколотый от одной из таких

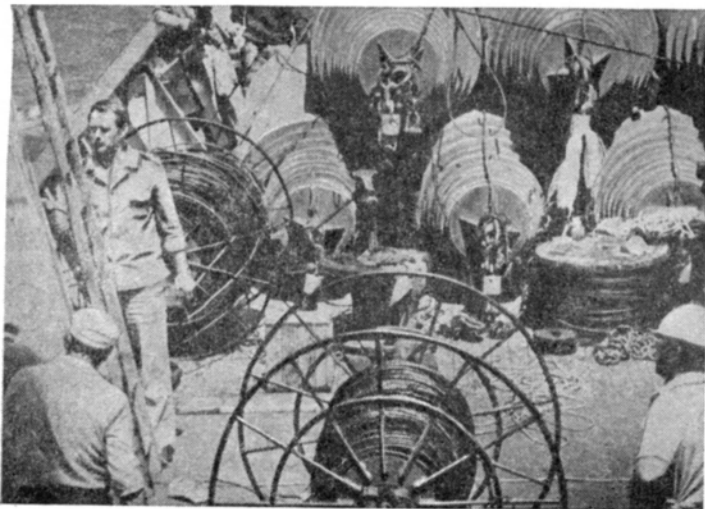


Водолазный колокол «Витязя»

гряд ориентированный образец оказался фрагментом подушечной лавы.) На расстоянии примерно 15 м структура гряды резко изменилась, она стала пластообразной, а пласты были рассечены трещинами и образовывали кубические отдельности. Эта «аномальная» гряда однозначно решила вопрос в пользу только природного происхождения всех скальных гряд, покрывающих вершину горы. Подобный вывод подкрепляется и многочисленностью скаль-

ных гряд, которая ставит под сомнение какое-либо разумное функциональное их назначение...»

К геологической тематике можно отнести и программу восьмого рейса «Витязя» (октябрь — декабрь 1984 года). Она включала изучение процессов образования донных осадков и их химических свойств. Экспедиция работала в Черном море, где существуют обширные области так называемой лавинной седиментации — быстрого образования осадков. В рейсе применялась специальная аппаратура — се-



Подготовка к спуску гидрологических буев. За работой наблюдает капитан «Витязь» Н. В. Апехтин (слева)

диментационные ловушки. Геохимические исследования, проведенные советскими учеными совместно со специалистами из Швеции, Турции, ФРГ, НРБ, позволили уточнить содержание металлов и органических веществ в черноморских донных осадках.

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во втором рейсе, проведенном в апреле — июле 1982 года в Северной Атлантике, «Витязь» приступил к работам по национальной программе «Разрезы». Программа предусматривала гидрологическую съемку в одной из энергоактивных зон океана (ЭАЗО), где его влияние на атмосферные процессы наиболее ощутимо (Земля и Вселенная, 1986, № 3, с. 31.— Ред.). Зона эта частично захватывает акваторию мощного течения Гольфстрим. Здесь выполнены гидрологи-

ческие работы, позволившие определить теплосодержание водной толщи. Как известно, цель программы «Разрезы» — изучить взаимодействие океана и атмосферы с тем, чтобы разработать долгосрочные прогнозы погоды и физические основы теории климата. Помимо гидрологических измерений на полигонах велись метеорологические и актинометрические наблюдения.

Изучению внутренних океанских волн был посвящен третий рейс «Витязя» (август — ноябрь 1982 года). Их влияние на различные природные процессы в океане исключительно велико, кроме того, они обладают и большой разрушительной силой (предполагают, что именно внутренние волны были причиной гибели американской подводной лодки «Трешер»). В предшествующих научно-исследовательских экспедициях в Индийском океане заметили, что над подводным Маскаренским хребтом постоянно генерируются приливные внутренние волны. Именно туда и пролег маршрут третьего

рейса судна. Для наблюдений внутренних волн экспедиция располагала современной оптической, радиолокационной и акустической аппаратурой. Удалось детально исследовать механизм возникновения внутренних волн и воздействие их на ветровое поверхностное волнение. Кроме района Маскаренского хребта, экспедиция провела наблюдения в Андаманском и Аравийском морях.

Свой четвертый рейс (декабрь 1982 — апрель 1983 года) «Витязь» совершил в Южном океане, который водным кольцом охватывает антарктический континент. Исследования проводились в рамках программы гидрофизических работ ПОЛЭКС-ЮГ-83. Цель ее — изучение структуры и изменчивости гидрофизических полей в Антарктическом циркумполярном течении. Рабочий полигон располагался между островами Сен-Поль и Кергелен, как раз в том месте, где течение образует смещенный к северу меандр. В результате удалось подтвердить, что Антарктическое циркумполярное течение — самое мощное течение Мирового океана — занимает всю толщу воды, от поверхности до дна. В зоне течения были обнаружены рингоподобные синоптические вихри, а также получены ценные данные по гидрооптике, гидрохимии, биологии.

Пятый рейс судна (декабрь 1983 — март 1984 года) был посвящен исследованиям по программе «Разрезы». Но на этот раз они выполнялись совместно с судном «Академик Курчатов». После выполнения основных работ «Витязь» продолжил исследования в районе Гольфстрима, где объектом изучения стали океанские цик-

**За борт опускается
оптическая система
для регистрации
глубоководного фонового
излучения
и биолюминесценции**

лоны — вихри, образовавшиеся из меандров Гольфстрима.

В марте — июле 1985 года «Витязь» принял участие в эксперименте «Мезополигон-85» в тропической Атлантике. Цель эксперимента — изучение мезомасштабной и синоптической изменчивости океанологических полей — температуры, солёности, плотности, течений. В отличие от синоптических вихрей, нередко захватывающих всю океанскую толщу от поверхности до дна, мезомасштабные вихри имеют небольшую толщину и меньшие размеры, что и затрудняет их исследование. В эксперименте, проведенном с помощью 76 буйковых станций, кроме «Витязя» участвовали суда «Академик Курчатов» и «Академик Мстислав Келдыш».

Одна из задач десятого рейса «Витязя» (август — ноябрь 1985 года) — исследования по сокращенному варианту программы «Разрезы», съемка одним судном. В результате метеорологических и актинометрических наблюдений удалось оценить составляющие теплового баланса в природном слое атмосферы, а гидрологические данные позволили рассчитать теплосодержание водной толщи. Одновременно было «очерчено» положение самого Гольфстрима, а также его холодных и теплых вихрей.

Интересно распределение водорослей на акватории полигона. Гольфстрим подобен гигантской промоине — водоросли сносятся стремительным течением. В то же время в спо-

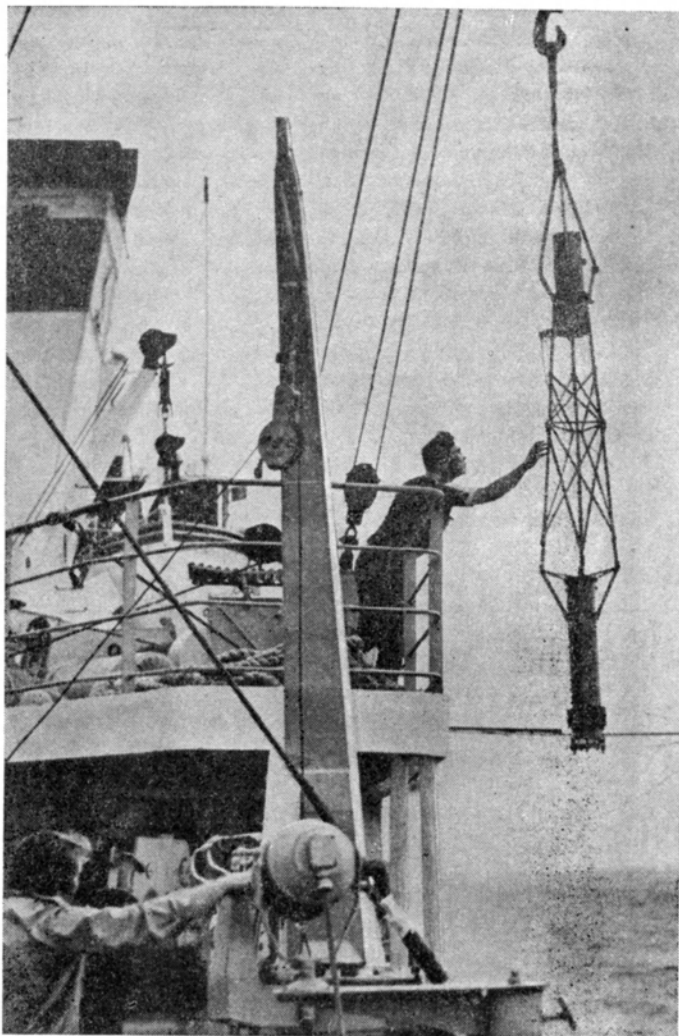
койных водах Саргассова моря они образуют большие скопления главным образом в виде полос.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

В небольшом объеме биологические исследования проводились практически в каждом рейсе. Дело в том, что на морском дне давно замечены характерные отверстия и небольшие холмики с отверстия-

ми, сложенные из осадков. Так, гидронавты французского батискафа ФНРС-3, погружавшегося в Атлантическом океане в 160 милях юго-западнее Дакара на глубину 4050 м, сообщали, что «по всей видимой площади дна раскинулись низкие холмики, в которых были ясно видны круглые норы диаметром около 3 см. Животных, входящих или выходящих из своих подземных жилищ, видно не было...».

В Красном море и в Аден-



ском заливе визуально, а также по видеofilmам и фотографиям, сделанным с подводного аппарата «Пайсис», эти загадочные дырочки и холмики были обнаружены буквально на всех глубинах дна (Земля и Вселенная, 1981, № 5, с. 53.— Ред.). Биологи экспедиции в Красном море сразу же отвергли идею о биологическом происхождении отверстий. Казалось, что скорее их образование можно объяснить выходом газов, скапливающихся в толще осадков.

В первом рейсе «Витязя» авантюры вновь обратили внимание на загадочные холмики. Один из них был вскрыт и под конусом обнаружено червеобразное животное. В других образованиях тоже были животные, но уже иного вида. Возможно, загадку происхождения дырочек на морском дне разгадали. Правда, в экспедиции не было специалистов-биологов, так что не удалось квалифицированно зафиксировать биологические пробы и сохранить их до конца рейса.

Важная практическая задача ставилась во втором рейсе «Витязя». Это исследование биологической продуктивности над подводными горами и поднятиями. Известно, что здесь часто скапливаются различные промысловые животные. Специализированные биологические работы второго рейса в Северной Атлантике дали информацию о количестве и составе рыб и бентосных организмов в районах некоторых подводных гор.

«Витязя» — научно-исследовательское судно, предназначенное для длительного океанического плавания, тем не

менее маршруты отдельных его рейсов пролегли во внутреннем Черном море. Дело в том, что Черное море биологи рассматривают как единый, целостный объект. И чтобы охватить исследованиями сразу много биологических процессов и явлений, необходимо большое и достаточно быстрое научное судно, имеющее на борту хорошо оборудованные лаборатории. Выбор пал на «Витязя», который и совершил в Черном море свой шестой рейс (апрель — июнь 1984 года). Руководил им известный гидробиолог член-корреспондент АН СССР М. Е. Виноградов. В рейсе были всесторонне изучены биологические процессы в кислородной и бескислородной зонах Черного моря. Исследователи «Витязя» обратили внимание на переходную зону кислородных и сероводородных вод, существование которой многие специалисты подвергали сомнению. Оказалось, что она не только существует, но ее толщина иногда достигает сотни метров. С помощью подводного обитаемого аппарата «Аргус» в рейсе удалось «выстроить» уточненную количественную картину распределения планктона и других организмов. Экспедиция выявила неблагоприятные биологические изменения, происходящие в Черном море из-за антропогенного «стресса».

Экспедиция впервые в Черном море обнаружила «красный прилив» — явление, вызванное массовым развитием инфузории мезодиниум. Оказалось: ее концентрации значительно превышали те, что наблюдаются у берегов Перу и Калифорнии.

ФИЗИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА

Во втором рейсе «Витязя» впервые в нашей стране проведены экспериментальные работы по проекту ДЮМАНД. Проект предусматривает регистрацию мюонов и нейтрино высокими энергиями уникальным оптическим прибором, созданным в Физическом институте имени П. Н. Лебедева АН СССР. Регистратор опускался до глубины 3200 м во впадине Орьенте в Карибском море. Затем оптическая система ФИАН применялась в 37-м и 40-м рейсах судна «Академик Курчатов» — на глубине 3000—5500 м на специальном полигоне в центре океана.

В десятом рейсе «Витязя» ученые занимались организацией новых полигонов ДЮМАНД в Северо-Американской котловине и в котловине Зеленого Мыса, расположенных в Атлантике. Рекогносцировочные работы провели в Эллинском желобе Средиземного моря. Исследовались оптические свойства вод на большой глубине, регистрировалось фоновое излучение и биOLUMИнесценция, проводились радиохимические измерения. Кроме того, выполнялись гидрологические и гидрохимические измерения, а также геоморфологические работы.

Несмотря на то, что новый «Витязя» работает всего пять лет, он снискал солидный международный авторитет. В его рейсах (протяженность маршрутов «Витязя» составила уже 150 000 миль) кроме советских ученых участвовали специалисты из Италии, ФРГ, Швеции, НРБ, Польши, ГДР, Кубы и других стран.



Академик
В. С. АВДУЕВСКИЙ

Выдающийся теоретик КОСМОНАВТИКИ

(к 75-летию со дня рождения М. В. Келдыша)

Минуло пять лет с тех пор, как мы отмечали семидесятилетие М. В. Келдыша. За это время начато и теперь уже близко к завершению издание избранных сочинений ученого. Знакомство с его трудами, собранными вместе, дает возможность заново увидеть и

лучше понять, каким необыкновенным человеком, ученым и организатором науки, мыслителем и гуманистом был Мстислав Всеволодович Келдыш. Он обогатил науку фундаментальными работами в области математики, механики, авиации и космонавтики. Особенно велик вклад М. В. Келдыша в освоение космического пространства. Он стоял у истоков величайшего свершения — вы-

хода человечества в космос — и навсегда остался в нашей памяти как «Главный теоретик космонавтики».

М. В. Келдыш пришел в ракетно-космическую технику в 1946 году, возглавив Научно-исследовательский институт, в котором перед войной были созданы знаменитые гвардейские реактивные минометы. В НИИ работали сильные коллективы ученых и специалистов,

Академик М. В. Келдыш
(1911 — 1978)



имевших опыт создания моделей управляемых баллистических ракет и ракетопланов.

Тридцатипятилетний М. В. Келдыш, только что избранный академиком, прекрасно разбирался в проблемах, стоящих перед отечественной авиацией, и обладал великолепной научно-теоретической подготовкой. Соединение его знаний с многолетним практическим опытом коллектива института должно было способствовать усилению исследований в области реактивных полетов и определению новых путей в развитии ракетной техники.

Возглавив НИИ, М. В. Келдыш продолжал вести начатые им еще в 1935 году работы в Математическом институте имени В. А. Стеклова АН СССР. Впоследствии они стали теоретическим фундаментом для внедрения математических методов расчета с использованием ЭВМ в различных областях техники.

У сотрудников НИИ Мстислав Всеволодович сразу завоевал огромный авторитет. Большая эрудиция, точность постановки задач, способность мгновенно улавливать существо проблемы и давать оценку перспективности работы, спокойное обращение, умение слушать, вообще высокая культура,— все это вызывало уважение и доверие к нему со стороны коллектива института.

Круг научных проблем, решаемых в ту пору в НИИ, определялся задачами развития реактивных полетов. Они концентрировались вокруг двух основных направлений, представлявшихся наиболее перспективными. Одно из них было связано с созданием самолетов, оснащенных сверхзвуковым прямоточным воз-

душно-реактивным двигателем, другое — с ракетной техникой и космонавтикой.

Под руководством Мстислава Всеволодовича в институте велись работы по теории реактивных двигателей разных схем, теории горения, газовой динамики, химической термодинамики. М. В. Келдыш смотрел далеко вперед, и хотя полеты с большими сверхзвуковыми скоростями многим казались тогда слишком далекой перспективой или даже фантазией, в лабораториях института по его инициативе были сконструированы гиперзвуковые аэродинамические установки со скоростью потока в 6—8 раз большей, чем скорость звука, а также высокотемпературные подогреватели различного типа. В стенах НИИ «родилась» общая теория воздушных прямоточных двигателей, были рассчитаны и экспериментально исследованы сверхзвуковые воздухозаборники, проведены теоретические исследования и отработка горения в камерах сгорания. В 1949—1950 годах сотрудники института создали действующую экспериментальную модель летательного аппарата с прямоточным двигателем, которая впервые в нашей стране достигла скорости полета, в 2,7 раза превышающей скорость звука.

Одновременно в отделении прикладной математики Математического института имени В. А. Стеклова под руководством М. В. Келдыша развинулись теоретические работы по ракетодинамике и механике космических полетов, оказавшие большое влияние на развитие ракетно-космической техники. В 1949—1951 годах был выполнен цикл исследований, связанных с определением оп-

тимальных схем и характеристик составных (многоступенчатых) ракет. Существенное значение имел также расчет вращения ракеты вокруг своего центра масс, при этом учитывалась подвижность жидкости, обладающей свободной поверхностью в баках ракеты. Кроме того, исследовалась возможность баллистического спуска космических аппаратов с орбиты на Землю, что послужило основой для создания действующих спускаемых аппаратов. В 1954 году был предложен первый конкретный вариант системы гравитационной стабилизации искусственных спутников Земли и построена теория такой стабилизации.

Вот далеко не полное перечисление работ, которыми руководил в то время М. В. Келдыш.

Большую роль придавал он и проведению научных семинаров с обсуждением наиболее принципиальных и важных вопросов. Выступление на таком семинаре становилось событием для каждого научного работника, вне зависимости от его должности, звания или ученой степени. Работы и предложения рассматривались на семинаре всегда объективно и, я бы сказал, беспощадно. Зачастую Мстислав Всеволодович, обнаружив ошибку в рассуждениях докладчика, сам находил верное решение; причем, как правило, быстро проведя весь анализ в уме, он указывал путь, весьма отличающийся от предлагаемого автором. На семинарах наряду с теоретическими вопросами обсуждались также и технические идеи, здесь же давалась оценка их практического значения.

М. В. Келдыш относился к высокой требовательностью к



Академики М. В. Келдыш
и С. П. Королев

себе и окружающим, не терпел пустословия и дилетантства. Глубоко интеллигентный человек, он никого никогда не ругал и даже не повышал голоса. Однако его слово всегда было решающим, а указания выполнялись беспрекословно.

Важной вехой в жизни М. В. Келдыша была совместная работа и дружба с прославленным конструктором самолетов С. А. Лавочкиным. Содружество это возникло в начале 50-х годов, когда оба выступили с предложением создать сверхзвуковой самолет, и продолжалось вплоть до безвременной кончины С. А. Лавочкина в 1960 году. Их творче-

ский союз ознаменовался выдающимися научными и техническими достижениями, заложившими основы движения самолетов с большими сверхзвуковыми скоростями. Впервые удалось исследовать работу прямоточного двигателя, решить проблему защиты летательного аппарата и его систем от аэродинамического нагрева.

Под руководством М. В. Келдыша были заложены теоретические основы и созданы системы астронавигации и астрокоррекции для управления полетом. Мстислав Всеволодович и его сотрудники впервые в нашей стране осуществили разработку логики таких систем с последующим их техническим воплощением и летными испытаниями. Эти исследова-

ния во многом послужили научной основой для построения систем управления космических аппаратов с астрокоррекцией.

Назначенный научным руководителем всей программы, М. В. Келдыш принял на себя полную ответственность за научно-технический уровень создаваемого летательного аппарата и за доведение работы до конца в заданные сроки. Причем сплошь и рядом по ходу дела технические конструкторские задачи переплетались с принципиально новыми научными проблемами. М. В. Келдыш мог целыми днями обсуждать с теми или иными «узкими» специалистами возникавшие трудности, пока не находил правильных решений.

В тот же период начал складываться творческий союз М. В. Келдыша и С. П. Королева, назначенного в 1946 году Главным конструктором ракет. Этих замечательных людей — конструктора и ученого — объединяли не только общее дело, но и настоящая дружба. Союз людей, получивших в истории космонавтики СССР почетные звания «Главный конструктор космонавтики» и «Главный теоретик космонавтики», в большой степени способствовал грандиозным успехам, которыми было отмечено начало космической эры.

Уже в 1953 году, когда в нашей стране шли интенсивные разработки ракеты дальнего действия, стала очевидной возможность достижения первой космической скорости и выведения на орбиту искусственного спутника Земли. И действительно, очень скоро — 4 октября 1957 года — в Советском Союзе был запущен первый искусственный спутник Земли. Космонавтика стала реальностью. Начался период гигантской работы по освоению космического пространства.

Весь комплекс научных исследований, направленных на освоение космического пространства, требовалось увязать в единое гармоничное целое. А для этого необходимо, чтобы во главе встал крупный ученый, хорошо знакомый и с новой техникой, и с возможностями промышленности, ученый с широким кругозором, умеющий мечтать и умеющий видеть реальные пути решения труднейших задач. Именно таким ученым и был М. В. Келдыш.

Разработка советской косми-

ческой программы началась под его руководством еще до запуска искусственного спутника Земли. С этой целью М. В. Келдыш привлек видных ученых из разных областей науки. Мстислав Всеволодович добивался такого построения программы, чтобы она позволяла одновременно решать и конкретные фундаментальные научные или прикладные проблемы, а не состояла просто из набора интересных, но разрозненных экспериментов. В итоге программа включала целый комплекс работ в новой области исследований — внеатмосферной астрономии, изучении верхней атмосферы и физике околоземного космоса. Особую роль придавали М. В. Келдыш и С. П. Королев изучению планет с использованием научных космических зондов.

Мстислав Всеволодович одним из первых оценил значение искусственных спутников Земли для построения систем связи, глобального наблюдения земной поверхности, исследования природных ресурсов Земли, для геологии, географии и метеорологии. Он говорил, что эти функции космических аппаратов скоро станут важнейшими, с точки зрения науки и народного хозяйства. В связи с этим М. В. Келдыш очень поддерживал коллектив КБ, руководимый известным конструктором М. К. Янгелем. Именно здесь создавались массовые дешевые ракеты и космические аппараты, которые вели исследования верхней атмосферы и околоземного пространства по программам «Космос» и «Интеркосмос».

В 1961 году М. В. Келдыш был избран президентом Ака-

демии наук СССР и стал выполнять огромную работу по координации в стране всех фундаментальных исследований, проводимых как в области общественных, так и естественных наук. Со свойственной ему последовательностью М. В. Келдыш сосредоточил главные усилия на выработке правильной стратегии научных исследований, выборе основных направлений науки, способствующих ускорению научно-технического прогресса. Обладая большим практическим опытом работы в авиации, атомной промышленности и в области ракетно-космической техники, он хорошо понимал необходимость дальнейшего развития фундаментальных наук. На Пленуме ЦК КПСС в ноябре 1962 года М. В. Келдыш выделил те направления науки, которые должны оказать кардинальное влияние на народное хозяйство. Это — проблемы энергетики, получения новых материалов, в том числе полимерных и сверхчистых полупроводников, создание электронно-вычислительных машин. В своих многочисленных выступлениях он неоднократно подчеркивал важность развития кибернетики, необходимость разработки новых математических методов и математических машин для научных исследований, развития научной информации и автоматизации производства. Он указывал, что научно-технический прогресс определяется не только успехами самой науки, но и эффективными использованием научных достижений в практике.

Яркие и содержательные речи Мстислава Всеволодовича и сейчас сохранили свое значение и актуальность, а его

глубокие мысли об общем развитии науки, опубликованные недавно в томе «Избранные труды М. В. Келдыша», вошли в «золотой» фонд мировой науки.

Несмотря на большую загруженность работой в Академии, Мстислав Всеволодович не оставил своего любимого дела — космонавтики. Его роль в осуществлении космической программы СССР возросла еще больше. На базе отделения прикладной математики Математического института имени В. А. Стеклова в 1963 году по его инициативе был создан Институт прикладной математики АН СССР, который носит теперь имя Келдыша. Исследования, проведенные в институте под руководством М. В. Келдыша, легли в основу баллистического обеспечения космических полетов. В 1965 году по предложению Мстислава Всеволодовича создается Институт космических исследований, ныне — головное учреждение АН СССР, занимающееся изучением космического пространства.

На посту руководителя космических программ страны в полной мере проявились последовательность и настойчивость Мстислава Всеволодовича в достижении намеченной цели, стремление довести до конца, как он говорил, «без сарказмов», решение любой поставленной задачи.

Под его непосредственным руководством коллектив ученых из академических и отраслевых институтов совместно с коллективом, возглавляемым выдающимся конструктором Г. Н. Бабакиным, разработал долгосрочную программу исследования Луны и планет.

В результате выполнения этой программы получены неопределенные для науки сведения о Луне, Венере и Марсе.

То был период, когда действительность опережала фантазию. Результаты работ того времени — огромный вклад в науку, они закрепили приоритет Советского Союза в исследованиях Луны и планет и еще выше подняли престиж нашей страны. Ярким примером могут служить исследования планеты Венера. В 1967 году спускаемый аппарат «Венера-4» вошел в венерианскую атмосферу и ниже облачного слоя, спускаясь на парашюте, осуществил запланированные измерения. Вскоре после этого Мстислав Всеволодович провел несколько научных семинаров, на которых выступили все участники эксперимента. Были полностью опрокинуты прежние представления о Венере. Стало ясно: Венера обладает мощной атмосферой из углекислоты, слой облаков имеет очень большую протяженность по высоте и у поверхности планеты атмосферное давление равно почти 100 атм, а температура около 500° С.

На аппарате «Венера-8», опустившемся на видимый с Земли «серп» планеты, впервые была измерена освещенность у поверхности. Последующие спускаемые аппараты новых поколений «Венеры» передавали на приемные пункты через искусственные спутники Венеры фото- и телевизионные панорамы поверхности, исследовали облака, состоящие из сернистых соединений, изучали состав грунта, получали радиолокационные карты большого участка планеты.

В одном из своих последних

выступлений в апреле 1978 года М. В. Келдыш подчеркнул, что познание планетных систем — это большая задача идеологического плана, решение которой укрепляет основы материалистического познания.

Нисколько не умаляя огромного значения автоматических космических аппаратов для народного хозяйства и науки, С. П. Королев и М. В. Келдыш вместе с тем главной целью космонавтики всегда считали создание пилотируемых аппаратов, освоение космического пространства человеком.

М. В. Келдыш говорил, что проникновение в космос оказывает громадное влияние на мировосприятие современного человека. Человек перестает чувствовать себя ограниченными пределами своей планеты. Выйдя в космическое пространство, он получает возможность взглянуть на Землю как бы со стороны. Тем самым развитие космонавтики не только способствует развитию науки, но и повышает чувство ответственности людей за судьбу нашей планеты.

Мстислав Всеволодович четко представлял себе роль человека в практическом освоении космоса, проведении исследований, сборке и монтаже конструкций в открытом космосе, при выполнении ремонтно-профилактических работ на орбите. Особое внимание он уделял проблемам жизнеобеспечения, медико-биологическим исследованиям и вопросам безопасности. По инициативе С. П. Королева и М. В. Келдыша была организована служба радиационного контроля космического пространства, создан специальный Институт медико-биологических

проблем и организован Центр подготовки космонавтов.

12 апреля 1961 года впервые в истории граждан СССР Ю. А. Гагарин на космическом корабле «Восток» совершил орбитальный полет вокруг Земли. Открылись замечательные перспективы освоения человеком космоса.

Огромную роль сыграл М. В. Келдыш в осуществлении последующей программы пилотируемых полетов. Он указывал, что отныне реальностью становятся стыковки космических кораблей на орбите и создание орбитальных станций, говорил, что уже в недалеком будущем вне Земли начнут работать ученые самых различных специальностей.

16 января 1969 года была проведена первая стыковка пилотируемых аппаратов «Союз». На пресс-конференции, посвященной этому полету, Мстислав Всеволодович подчеркнул важность создания постоянно действующих пилотируемых станций и отметил, что успешная стыковка кораблей «Союз-4» и «Союз-5» — крупный шаг вперед на пути транспортного обеспечения таких станций.

И уже вскоре после этого, в 1971 году, на околоземной орбите начала свой полет первая орбитальная станция «Салют». С тех пор комплексы, включающие станции «Салют» и транспортные корабли «Союз», успешно функционируют в космосе. На них созданы комфортабельные условия для длительной работы, проведения научных исследований, отдыха экипажа, выполнения физических упражнений. Доказана возможность длительного гребывания и эффективной работы космонавтов на орбитальной станции, получены уникаль-

ные научные результаты. Выполнен большой объем ремонтных и монтажных работ в открытом космосе. Благодаря полетам космических комплексов сделан большой шаг в развитии космического машиностроения, на пути к индустриализации космоса.

Космонавтика стала отраслью народного хозяйства. Мстислава Всеволодовича всегда волновало, как наилучшим образом применить достижения космонавтики в практических целях. Большое внимание он уделял космической технологии — использованию космических условий для получения материалов с улучшенными свойствами. Занимался он и вопросами, связанными с применением методов дистанционного зондирования — важного подспорья в развитии сельского и лесного хозяйства, метеорологии, гидрологии, океанографии, охраны окружающей среды. Он постоянно ратовал за более эффективное использование данных о природных ресурсах, получаемых со спутников, добивался упорядочения системы выдачи соответствующей информации заинтересованным министерствам и ведомствам.

Находясь на посту президента Академии наук, М. В. Келдыш всячески способствовал развитию международного сотрудничества в решении общих для всего человечества проблем. Он понимал, что такое сотрудничество способствует разрядке напряженности в международных отношениях и служит делу мира. М. В. Келдыш стал одним из инициаторов создания Совета «Интеркосмос», способствовал заключению соглашения между СССР и США о проведении совмест-

ного экспериментального полета «Союз — Аполлон» и внес большой вклад в организацию и успешное выполнение этого полета.

Мстислав Всеволодович был убежден: космос должен использоваться только в мирных целях. Еще в 1962 году, выступая на конференции советской общественности и на Всемирном конгрессе за разоружение и мир, он предостерегал против ядерных взрывов на околоземной орбите. М. В. Келдыш указывал, что эти взрывы приведут к нарушению сложного комплекса геофизических явлений в околоземном пространстве и в верхних слоях атмосферы и могут повлиять на условия жизни на Земле. Мстислав Всеволодович призывал всех ученых и всех прогрессивных людей Земли бороться за мирный космос, полное разоружение, запрещение ядерных испытаний. Он хорошо понимал опасность использования достижений науки в военных целях, ведущего к созданию гигантского потенциала смерти и разрушения. В одном из своих выступлений Мстислав Всеволодович привел цитату из пьесы Бертольда Брехта, который вложил в уста своего героя — Галилея — такие мудрые слова: «Единственная цель науки — обеспечить трудное человеческое существование. И если ученые, запуганные своенравными властителями, будут довольствоваться накоплением знаний ради знаний, то их продвижение в науке будет удалением от человечества... и в один прекрасный день торжествующий клич о новом открытии будет встречен всеобщим воплем ужаса». Ирония судьбы: «Жизнь Гали-

лея» была поставлена в США как раз в то время, когда американские самолеты подвергли атомной бомбардировке Хиросиму и Нагасаки.

Обращение к ученым всего мира не допустить, чтобы результаты их труда использовались во вред человечеству, сегодня звучит особенно актуально. В космосе не место смертоносному оружию, предназначенному для ведения «звездных войн». Именно сейчас еще есть время, чтобы, объединив усилия всех людей доброй воли, предотвратить катастрофу, подготавливаемую

милитаристскими кругами США. М. В. Келдыш неустанно боролся за укрепление международных связей между учеными, за разрядку и мир. Космическое пространство должно быть зоной мира, зоной объединения усилий человечества в познании тайн Вселенной — эти слова М. В. Келдыша ныне становятся лозунгом всех прогрессивно мыслящих людей планеты.

М. В. Келдыша по праву можно назвать одним из выдающихся ученых современности. Он — яркий представитель мировой науки двадцатого сто-

летия, основатель большой научной школы, создатель новых направлений в прикладной математике, аэродинамике и космической технике. В истории космонавтики имя Мстислава Всеволодовича Келдыша всегда будет стоять рядом с именами Константина Эдуардовича Циолковского и Сергея Павловича Королева.

Аминокислоты из космоса

Японские геохимики К. Харада из Цукубского университета и К. Янаи из Национального института полярных исследований в Токио выполнили анализ вещества метеорита Ямато № 791198, найденного японской антарктической экспедицией в 1979 году. Метеорит относится к углистым хондритам, содержащим сравнительно много (более 2%) углерода. Падая на Землю, такие метеориты обычно загрязняются углеродными веществами местного (в том числе и биогенного) происхождения. Что же касается метеорита Ямато № 791198, то он сохранил свой первоначальный состав, поскольку упал на антарктический ледник.

Аминокислоты в метеоритах обнаруживались и раньше, но впервые они найдены в таком обилии ($670 \cdot 10^{-9}$ молей на 1 г вещества). Ямато № 791198 содержал двадцать видов аминокислот, причем больше всего оказалось редко встречающейся небιοгенной (или небιологической) альфа-аминоизобутиловой кислоты. За ней по

количеству содержания следовали биогенные (или биологические) аминокислоты глицин и аланин. Некоторые биогенные аминокислоты, например треонин и лейцин, присутствовали лишь в незначительных количествах.

Наличие всех пяти вышеупомянутых бутнловых аминокислот указывает на неорганическое (абиогенное) происхождение этих веществ, как бы ни был их внеземной источник. Данное открытие не подтверждает гипотезу панспермии, согласно которой жизнь была занесена на Землю извне, уже в «готовом» виде.

New Scientist, 1985, 108,
1487/1488



Панспермия: новые ограничения!

В Лейденской астрофизической обсерватории (Нидерланды) под руководством П. Вебера и Дж. М. Гривберга были проведены эксперименты по инактивации спор *Bacillus subtilis* в условиях, имитирующих условия межзвездного пространства. В глубоком вакууме при криогенной (10 К) температуре бактерии подвергались ультрафиолетовому облучению ($\lambda = 2000 - 3000 \text{ \AA}$). Для сравнения параллельно проводились эксперименты со спорами, находящимися при комнатной (294 К) температуре. В ходе исследований полностью игнорировались эффекты «взрывной» инактивации спор, которую порождали определенные термовакуумные условия без ультрафиолетового облучения.

Побудительным мотивом для проведения работ послужил тот факт, что с момента затвердения земной коры (его можно считать началом становления Земли как планеты) до момента, когда на ней появились первые живые организмы (согласно новейшим данным — $3,8 \cdot 10^9$ лет назад), прошло по

«астрономическим часам» совсем немного времени — (200—400) · 10⁶ лет. По мнению Вебера и Гринберга, это обстоятельство ведет к необходимости спекулятивного включения в исследуемый процесс происхождения жизни на Земле продуктов космохимии или даже привлечения гипотезы панспермии.

Несмотря на то, что панспермия как научная теория происхождения жизни на Земле, впервые провозглашенная в начале XX века шведским физико-химиком С. Арренюсом, признана большинством ученых несостоятельной, все же время от времени к ней вновь приходится возвращаться. Этому способствует постоянная и упорная пропаганда идеи панспермии известными английскими астрофизиками Ф. Хойлом и С. Викремасингом.

Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют, что время выживания спор в межзвездном пространстве, как правило, — порядка сотен лет, то есть оно слишком мало, чтобы панспермия могла «сработать». Однако внутри темных облаков время выживания значительно возрастает — там оно уже имеет величину, равную (1—10) · 10⁶ лет. Причем сами облака способны транспортировать микроорганизмы от звезды к звезде за промежутки, существенно более короткие, чем допустимое время выживания.

Кроме полета в межзвездном пространстве бактерия должна «пережить» еще два критических момента: выброс из атмосферы «родительской» планеты в открытый космос, а также посадку на новую, незнакомую планету. По мнению Вебера и Гринберга, единственный «спасительный» путь таков. Если бактерия имеет диаметр, скажем, 0,5 мкм, она должна быть покрыта ледяной мантией толщиной 0,9 мкм, имеющей индекс рефракции 0,5. Такая мантия будет ослаблять вакуумное ультрафиолетовое облучение в 10⁶ раз, что позволит споре сохранить жизнеспособность на всех критических стадиях ее миграции от одной звезды к другой.

Для того, чтобы эта ледяная мантия обладала требуемыми оптическими характеристиками, она должна представлять собой так называемый «грязный» лед, то есть лед, содержащий включения сложных молекул различных химических соединений (HCN, H₂CO и других), которые, как было подтверждено более ранними исследованиями Гринберга и его сотрудников, образуются в результате фотопроцессов.

П. Вебер и Дж. М. Гринберг экспериментально подтвердили указанное предположение о защитной функции «грязных» льдов. Ученым удалось образовать на спорах искусственные ледяные мантии путем криоконденсации газовой смеси H₂O, CH₄, NH₃, CO (в пропорции 1:1:1:1) при температуре 10 K в вакууме (P < 1 · 10⁻⁶ торр) и последующего воздействия на них ультрафиолетового излучения. Тем самым, как полагают Вебер и Гринберг, имп получены дополнительные ограничения, налагаемые на приложимость гипотезы панспермии.

(По материалам зарубежной печати)

Тропические циклоны изучают из космоса

Тропические циклоны — одно из самых грозных атмосферных явлений. Распространяясь над океаном, они значительно затрудняют судоходство, а выходя на сушу, вызывают сильные разрушения. Поэтому прогнозирование характеристик тропических циклонов и предсказание их возможной траектории имеют неограниченное значение. Задачи эти особенно плодотворно решаются с помощью космических снимков. Вообще подавляющее количество информации со спутников о тропических циклонах получено в оптическом диапазоне волн. Однако, как оказалось, радиодиапазон также позволяет обнаруживать эти явления, причем наблюдательный мате-

риал получается даже более информативным.

Академик В. Ф. Уткин, академик АН УССР В. П. Шестопалов, А. И. Калмыков, Ю. А. Сеницын, В. Н. Цымбал (Институт радиопизики и электроники АН УССР) проанализировали характеристики урагана «Диана» (этот тропический циклон налетел на побережье Северной Америки в сентябре 1984 года), полученные радиолокатором бокового обзора спутника «Космос-1500». Так же как и на оптическом изображении, на радиолокационном снимке четко видна спиральная структура и область «глаза» урагана. Но более яркие участки свидетельствуют о большей спектральной плотности высокочастотных компонент волнения океана. Волнение же связано с локальной скоростью ветра вблизи водной поверхности, что позволяет по данным радиолокатора восстановить поле ветра тропического циклона.

Результаты наблюдений обрабатывались по созданным в ИРЭ АН УССР алгоритмам, а параметры урагана оценивались в рамках аналитической модели этого явления, предложенной в 70-х годах академиком В. В. Шулейкиным. Оказалось, что по радиолокационным снимкам можно не только определять геометрические характеристики тропического циклона, но и оценивать его динамические и энергетические параметры. Использование радиолокационной информации для определения поля ветра в тропических циклонах может сыграть важную роль в прогнозировании динамики и траектории их движения. А оценка общей энергии вихря позволит судить о параметрах взаимодействия океана и атмосферы.

Доклады АН СССР, 1986, 286, 2

НЕОБЫЧНЫЕ
НЕБЕСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Аномальные явления: сенсации и действительность

То, что странные, непонятные явления наблюдались во все времена, не вызывает сомнения. Вполне естественно также, что качество интерпретации этих явлений в целом определялось уровнем научных знаний эпохи. В современном урбанизованном мире человек, к сожалению, неизбежно утрачивает некогда свойственную ему наблюдательность; имея о разнообразных удивительных явлениях лишь поверхностное, «книжное» представление, он часто не в состоянии отождествить даже тривиальные эффекты. Кроме того, стремительное развитие техники приводит к увеличению числа явлений, не имеющих природных аналогов и тем более непонятных неподготовленному наблюдателю. Вероятно, эти обстоятельства (и как дополнение к ним — некоторые социологические факторы) и лежат в основе, можно сказать, «ажитажного» интереса к различным странным явлениям, охватившего за последние десятилетия очень многие страны.

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

Началом этого бума принято считать наблюдение американского бизнесмена К. Арнольда, который в 1947 году, пролетая на самолете вблизи Скалистых гор, заметил ряд объектов, «плоских, как скво-

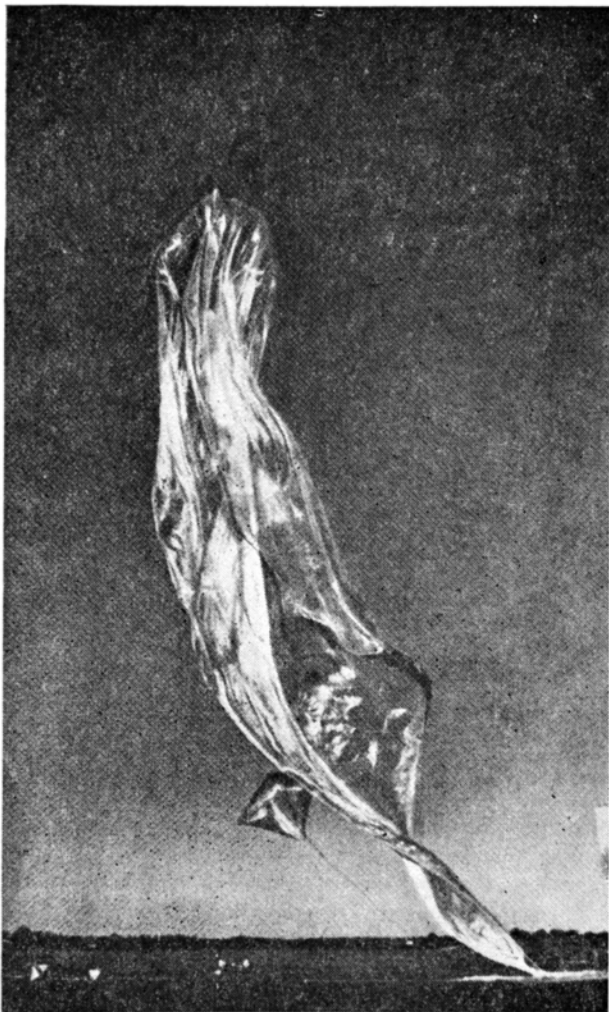
рода, и таких блестящих, как будто солнце отражалось в зеркалах». Справедливости ради надо заметить: сообщения о наблюдениях возможных странных явлений и объектов появлялись и до этого случая, однако из-за того, что с легкой руки журналистов именно это событие было подано в средствах массовой информации как сенсация номер один, оно и стало началом «тарелочной эпопеи». Вслед за сообщением Арнольда страницы газет и журналов запестрели заметками о «летающих блюдцах», «летающих тарелках», иными словами, о «неопознанных летающих объектах — НЛО». Между прочим, сам Арнольд никоим образом не относился к своему наблюдению как к чему-то сенсационному. Более того, шумиха, поднятая вокруг этой истории, побудила его в конце концов заявить, что он жалеет о своем сообщении и в дальнейшем будет молчать, что бы ему ни пришлось увидеть.

Рост числа подобных сообщений и манера их подачи в прессе породили известную «проблему НЛО»; одновременно появились и многочисленные группы энтузиастов исследования «неопознанных летающих объектов». Несомненно, ажиотаж вокруг этой «проблемы» был в первую очередь связан с утверждением, истоки которого сейчас,

вероятно, установить просто невозможно; будто НЛО — проявление деятельности внеземных цивилизаций (ВЦ): автоматические зонды, а то и попросту транспортные средства инопланетян.

Такой подход к существу дела, естественно, вызвал резко скептическое отношение со стороны большинства профессиональных исследователей, зачастую распространявшееся не только на саму постановку вопроса и результаты изучения «феномена НЛО», но и на достоверность всей совокупности сообщений очевидцев. В результате в течение многих лет вся история изучения НЛО практически сводилась к борьбе «энтузиастов НЛО» (ученых среди них практически не было) с «официальной наукой» за признание гипотезы об инопланетной природе НЛО.

Сейчас, пожалуй, можно утверждать, что ни одно из подобных отношений к вопросу НЛО не было достаточно обоснованным, а оказалось скорее результатом «внутреннего убеждения». При таком подходе диалог между «энтузиастами» и «официальной наукой» состояться не мог. Поэтому долгое время «изучением НЛО» занимались лишь в любительских объединениях, и сводилось оно просто к коллекционированию фактов разной степени достоверности.



Высотный аэростат перед запуском.

Кроме основного баллона, пока что имеющего форму, далекую от сферической, виден вспомогательный баллон в форме тетраэдра

Но поскольку шумиха вокруг НЛО не стихала, а предлагаемая интерпретация собранного материала оказалась явно неудовлетворительной, к анализу результатов наблюдений были подключены официальные организации. В США, например,

такую работу осуществляли в рамках некоторых проектов ВВС. Несмотря на различный состав государственных комиссий (в США они, как правило, состояли из военных представителей и научных консультантов), их заключения были достаточно единодушны и однозначны: большая часть наблюдаемых явлений имеет вполне естественное объяснение; нет оснований полагать, что та часть явлений, которая осталась неотожествленной, каким-то образом связана с дея-

тельностью ВЦ; для обороны страны НЛО опасности не представляют.

Проведенное изучение вопроса тем не менее нельзя назвать в полном смысле слова научным исследованием, так как в основном оно сводилось лишь к сортировке всей совокупности сообщений на понятные и неотожествленные. Ряд обстоятельств — достаточно большой массив исходной информации, а также неослабевающий интерес к НЛО широких слоев населения, подогреваемый прессой, — сделали задачу научной интерпретации наблюдаемых явлений действительно необходимой. Одним из первых, еще в 50-е годы, это попытался выполнить известный американский астрофизик Д. Мензел в своей книге «О летающих тарелках». Не рассматривая всю совокупность сообщений о наблюдениях НЛО, он фактически дал подборку известных, но достаточно редких явлений, в том числе оптических атмосферных явлений, которые при определенных обстоятельствах могли бы восприниматься как нечто необыкновенное. В 1958 году вышла книга К. Юнга «Современный миф», в ней, в отличие от Мензела, автор сделал попытку рассмотреть всю совокупность явлений и найти им некое единое объяснение. Сейчас такой подход кажется несколько наивным, так как очевидно: совокупность сообщений о наблюдениях НЛО содержит описание явлений совершенно различной по своей физической природе. Однако утверждение, что исходным материалом для анализа служит именно **совокупность сообщений**, без сомнения, было шагом вперед в

изучении природы наблюдаемых явлений.

Начало действительно корректным, научным исследованиям положили, видимо, работы Дж. Мак-Дональда и Ж. Валле. Не принимая априори никакой гипотезы о природе наблюдаемых явлений, они четко разграничили сами явления и их описания. Ведь здесь исследователь имеет дело не с самими явлениями, а лишь с совокупностью сообщений очевидцев — описаний, отягощенных ошибками субъективных оценок. Поэтому первичный анализ фактического материала с необходимостью должен включать два этапа: отсеивание сообщений, не содержащих необходимого минимума информации, и статистическую обработку данных с целью выделения различных классов явлений и их характерных особенностей. Моделирование различных явлений, то есть разработка «теорий НЛО», должно опираться на установленную подобным образом относительно объективную картину их развития. Иначе говоря, отдельное сообщение о наблюдении какого-либо явления представляет собой единичное измерение в исследовании распределения сложной функции, зависящей от многих параметров.

Кроме такого систематического, методичного, основанного на обработке большого количества данных способа исследования, представляет несомненный интерес и анализ отдельных, достаточно достоверных событий, позволяющий определить физическую природу не только их, но, возможно, и целого класса аналогичных явлений.

Несмотря на прогрессив-

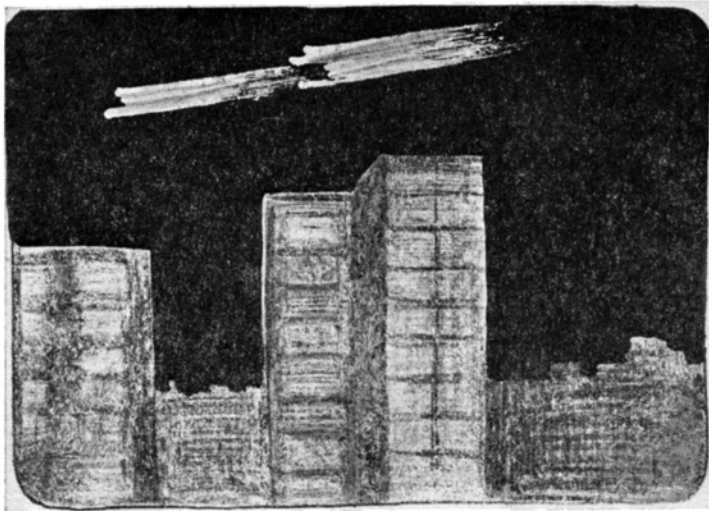
ность и корректность такого подхода, распространения он не получил. Так, комиссия Кондона, созданная на базе действительно научной организации — Колорадского университета и работавшая в 1966–1969 годах, отступила от указанных принципов и ограничилась рассмотрением примерно сотни наиболее любопытных сообщений, отобранных из нескольких тысяч описаний, в целом не представляющих особого интереса. Неидентифицированными остались около 20 случаев, заключение комиссии гласило: «...изучение НЛО не дало ничего, что может обогатить науку... дальнейшие исследования, вероятно, не могут быть оправданы надеждой на развитие науки». Хотя мнение комиссии о необоснованности гипотезы инопланетного происхождения НЛО разделяло большинство ученых, вывод о том, что продолжать изучение этих явлений бесполезно, не нашел всеобщей поддержки, но официальные исследования были практически прекращены.

В настоящее время, вероятно, единственная государственная организация за рубежом, которая проводит такие работы, — это «Группа по изучению аномальных аэрокосмических явлений» при Национальном центре космических исследований во Франции. Из наиболее известных общественных организаций можно отметить «Центр по изучению НЛО», возглавляемый А. Хайнеком, и «Комитет научных исследований заявлений об аномальностях», работающий под руководством Ф. Класа, в состав его входят в основном профессиональные ученые. Деятельность комитета выхо-

дит за рамки «изучения НЛО» и направлена в целом на борьбу с наукообразием, дилетантством и на разоблачение мистификаций в разных сферах исследований. Следует, пожалуй, упомянуть и Д. Оберга, сотрудника НАСА, в 1979 году получившего премию английской организации «Катти Сарк» за лучшее эссе об НЛО, в котором весьма подробно проанализированы различные нашумевшие сообщения и показана их вполне «земная» природа.

В соответствии со сложившимся подходом к исследованиям и полученными результатами изменилась и терминология. Вместо НЛО наиболее употребительным стало другое определение — «аномальное явление». Основных причин тут две. Во-первых, в течение многих лет циркулировали слухи о наблюдениях самых невероятных НЛО, в том числе с «гуманоидами» на борту. Это привело к тому, что ныне большинство людей, употребляя термин НЛО, подразумевают всякий раз не просто «неопознанный летающий объект», а именно некий аппарат, принадлежащий «братьям по разуму». Во-вторых, термин «аномальное явление» более точно отражает существо дела, так как в подавляющем большинстве сообщений содержатся описания именно явлений и говорить об объекте можно лишь в смысле объекта наблюдения. Другое дело, насколько эти явления аномальны и для кого — случайного наблюдателя или специалиста.

В нашей стране исследование природы аномальных явлений проводится в АН СССР на основе анализа сообщений об их наблюдениях.



Своеобразный газопылевой след ракеты, зарисованный одним из очевидцев явления

СООБЩЕНИЯ ОЧЕВИДЦЕВ

Как уже отмечалось, корректность результатов анализа определяется в первую очередь качеством исходного материала — результатами измерений, то есть в нашем случае качеством описаний наблюдавшихся явлений. Необходимо отметить, что подавляющее большинство корреспондентов описывают события, действительно имевшие место, а мотивами, побудившими прислать сообщение, как правило, служат любознательность и желание помочь в изучении природы необычных явлений. Поэтому нет никаких оснований считать всю совокупность сообщений плодом вымысла или фантазии, а отдельные случаи заведомой фальсификации практически не вызывают значительных трудностей в определении степени их достоверности.

Сложнее обстоит дело с информативностью описаний. К сожалению, более половины всех сообщений почти не содержит данных, необходимых для анализа. Часто весьма приблизительно указываются дата и время наблюдения (например: «осенью 1979, а может быть, 1980 года...») или «после полуночи...»), причем часто не говорится, какое именно время — московское или местное. Бывают случаи, когда не удается установить даже место наблюдения. Очень велики ошибки в определении направления на область развития явления, его размеров, расстояний и других количественных характеристик. Вот несколько типичных примеров, взятых из конкретных писем: «...в северной части неба на высоте 300—500 метров пролетело ярко-желтое тело размером с апельсин со скоростью самолета...», «...оцениваю расстояние до объекта в 2—3 километра и начинаю к нему приближаться...», «...точно над магазином на другой стороне улицы появился яйцообразный

объект голубовато-красноватого оттенка...». Неточность этих оценок становится очевидной, если учесть, что в перечисленных случаях речь идет о наблюдениях явлений, локализованных на расстоянии в несколько сот километров! В основном недостатки такого рода описаний связаны с отсутствием опыта наблюдений. Вместе с тем приходят письма с весьма квалифицированно составленными описаниями наблюдавшихся эффектов, содержащие достаточно точную хронометрию событий, угловые размеры, положение на небе и другие параметры. Вся совокупность информации, что удастся извлечь из корреспонденции, и составляет банк данных, обработка которых позволяет разделить явления по различным классам и построить некоторую статистическую картину их развития.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

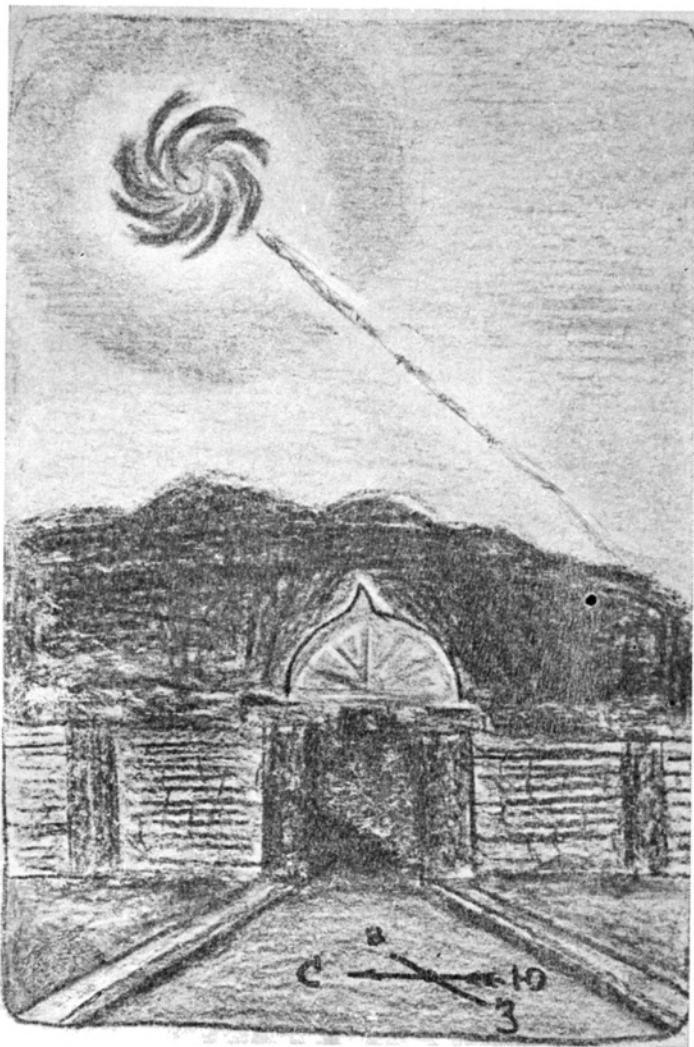
При знакомстве с результатами статистического анализа аномальных явлений, проведенного разными авторами, обращает на себя внимание некоторая некорректность оценок условий наблюдений. В частности, обычно приводится распределение частоты наблюдений этих явлений в зависимости от времени дня без учета времени года, хотя очевидно, что условия освещенности Солнцем места наблюдения и области развития явления в средних и высоких широтах существенно зависят от сезона. Более правильно выявление такой зависимости, например, от зенитного расстояния Солнца. Причем по возможности следует отдельно

**Зарисовка картины сгорания
искусственного спутника
Земли в плотных слоях
земной атмосферы.
Явление наблюдалось
2 декабря 1983 года
на большой территории
Украины**

оценивать условия освещенности места, где находится наблюдатель, и области развития явления, так как при достаточно больших расстояниях между ними эти условия могут быть совершенно различными.

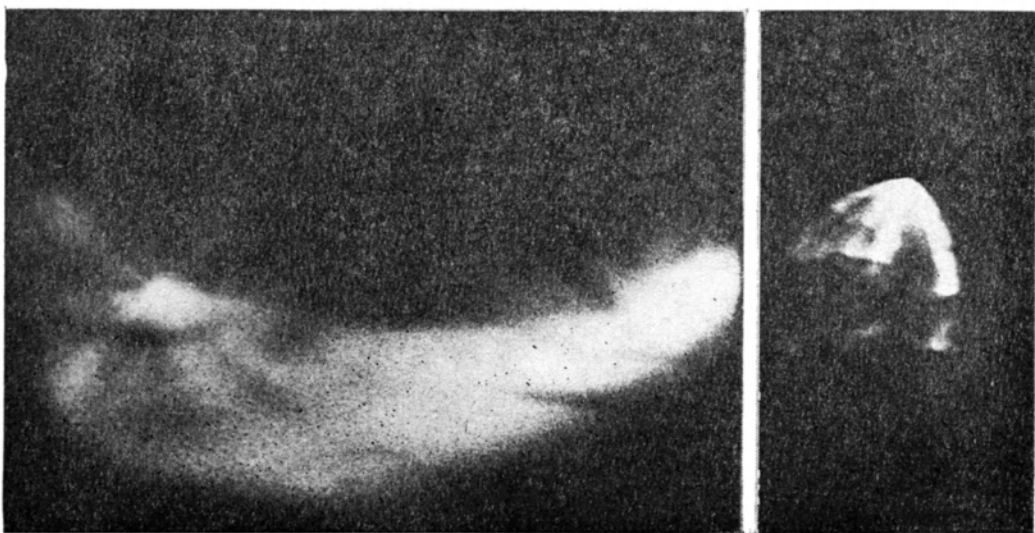
Учет этих обстоятельств убедительно показал, что подавляющее большинство явлений происходит в сумеречных условиях, то есть когда фоновая подсветка (рассеянный свет неба) не мешает наблюдению объектов, имеющих относительно небольшую яркость. Более того, наблюдаемые объекты светятся, как правило, в результате отражения или рассеяния солнечного света. Очень типичны в этом плане — условия наблюдения серебристых облаков. Часть явлений, хотя и небольшая, заметна в ночное время и очень редко днем.

Идентификация наблюдаемых аномальных явлений, иными словами, установление причинной связи между явлениями и определенными видами технической деятельности или конкретными природными эффектами, хотя и подтвердила предположение о многообразии механизмов их развития, но одновременно позволила выделить основные классы явлений и понять их природу. Например, наблюдения высотных баллонов. Вероятно, не найдется ни одного человека, который по крайней мере в



кино или по телевидению не видел бы запусков обычных метеозондов. Полет такого баллона, имеющего на малых высотах характерный размер 3—5 м, вряд ли кого-нибудь удивит. Но далеко не все знают, что современные высотные научные аэростаты совершают полеты в стратосфере на высотах до 40 км, а в отдельных случаях могут подниматься почти до 50 км. За год в мире запускается более

тысячи таких баллонов, главным образом в СССР, США, Франции и странах Скандинавского полуострова. На высоте дрейфа оболочки принимают форму, близкую к сферической, вернее, форму перевернутой капли. Однако встречаются и другие типы оболочек. Например, во Франции применяют тетраэдральные баллоны. Такие аэростаты запускались во время международного эксперимента «САМБО»



Вид газопылевого облака от ракетного двигателя в различных ракурсах (съемка велась с расстояния в несколько сотен километров)

с территории Швеции и дрейфовали над нашей страной вплоть до Урала. Сообщения о наблюдаемых в небе «пирамидах» поступали неоднократно. Бывают оболочки ци-

линдрической формы, в некоторых случаях используются и двойные оболочки, принимающие на больших высотах «куклообразный» вид. Иногда вместо одной большой оболочки аэростата применяют связки более мелких, которые на высотах дрейфа могут извиваться самым причудливым образом. Размеры аэростатов способны удивить даже подготовленного, знающего человека. На высотах дрейфа они

достигают 200 м в поперечнике, а наиболее крупные из них имеют объем до 3 млн. м³. На максимальной высоте подъема аэростаты движутся, увлекаемые воздушными течениями. Сезонное же распределение ветров на наших широтах таково, что в период с сентября по март на больших высотах преобладают западные ветры, имеющие скорости от десятков до двухсот километров в час. В мае — июле, на-

оборот, восточный ветер. Периоды март — май и август — сентябрь характеризуются небольшими скоростями и неустойчивыми направлениями движения воздушных масс. Поэтому над территорией нашей страны кроме отечественных аэростатов практически в течение всего года, за исключением периода с мая по июль, могут наблюдаться баллоны, запущенные в европейских странах, а летом — баллоны, запускаемые в США и Японии.

После выполнения программы полета происходит отделение подвески с научной аппаратурой и разрушение оболочки. Однако если механизм ликвидации баллона по какой-то причине не срабатывает, аэростат еще длительное время способен оставаться на большой высоте и наблюдаться в виде некоей «бесформенной массы». Материал оболочки хорошо отражает свет и может быть виден даже днем. Как правило, в дневное время цвет оболочки дымчато-серый, а вечером становится желтым или красноватым. В сумерках вокруг аэростата иногда наблюдаются красные концентрические кольца. Бывает, по программе эксперимента происходит одновременный полет нескольких баллонов. Именно такой групповой полет послужил в 1977 году поводом для небольшой сенсации, когда в районе Гомеля наблюдали объекты, которые не сумели отождествить с чем-то привычным.

Легко оценить, что обычный высотный аэростат может быть виден с расстояния в пятьдесят и более километров. При заходе в тень Земли его яркость быстро уменьшается, что

иногда воспринимается как «отлет с колоссальной скоростью».

Еще большей, чем баллоны, зоной видимости обладают явления, связанные с запусками на орбиту космической техники. Во-первых, как в сумерках, так и ночью при хороших погодных условиях на расстоянии более ста километров бывает виден факел ракетного двигателя — струя раскаленных газов, вылетающих из сопла. Во-вторых, и это, пожалуй, более интересно, может наблюдаться газопылевой след ракетного двигателя. В продуктах сгорания, образующихся при работе двигателя, присутствуют не только газовая, то есть молекулярная, компонента, но и более крупные частицы, которые интенсивно рассеивают солнечный свет. Поскольку на тех высотах, куда поднимаются ракеты, плотность атмосферы пренебрежимо мала, интенсивность света, рассеянного атмосферой, несущественна по сравнению со светом, рассеянным продуктами сгорания. Понятно, что в зависимости от конструкции ракеты-носителя, высоты ее полета, ракурса наблюдения вид газопылевого облака может меняться в весьма широких пределах. Поскольку такие явления обычно возникают на очень больших высотах (сто и более километров), то и расстояния, на которых они заметны, тоже огромны. Неудивительно поэтому, что число потенциальных наблюдателей, а следовательно, и число сообщений о виденных явлениях довольно велико. Вдобавок к сказанному необходимо учесть и степень «странности» таких эффектов: «искривленные лучи света»,

«прожектора, направленные на землю», «медузоподобное облако» и многое другое, да еще все это развивается совершенно бесшумно. В общем причин для удивления вполне достаточно.

Из эффектов, связанных с технической деятельностью, упомянем еще случаи, когда объектом наблюдения становилась авиационная техника, особенно при маневрировании для захода на посадку в ночных условиях, полеты в облаках с включенными фарами и так далее. Но подобные сообщения носят случайный характер и их число невелико.

Часть техногенных явлений имеет много общего с сугубо природными, естественными процессами. Например, эффекты, связанные с вторжением спутников или отдельных фрагментов космических аппаратов в плотные слои атмосферы, очень похожи на болиды, однако в отличие от последних, как правило, более красочны. В основном это объясняется наличием большого количества различных «пластиковых изделий на искусственных космических телах. Одно из таких событий наблюдалось в декабре 1983 года на значительной территории Украины.

Как это ни странно, среди не понятых очевидцами явлений, не связанных с техникой, преобладают наблюдения обычных астрономических объектов, правда, в несколько необычных условиях. Яркие планеты, Луна в разрывах облаков или вблизи горизонта, пожалуй, особенно часто воспринимаются как НЛО. Так, в январе — феврале 1985 года в вечернее время были отличные условия для наблюдения Венеры. Несмотря на столь про-

должительный период видимости планеты (и по погодным условиям также), поступила масса сообщений о наблюдениях «яркого фонаря над аэродромом» и «блестящего объекта с концентрическими кольцами и лучами». В данном случае остается лишь сожалеть о низком уровне астрономических знаний.

Можно, конечно, перечислить еще с десятков различных эффектов, иногда воспринимаемых очевидцами как нечто аномальное, но это было бы лишь небольшими поправками, штрихами к тому портрету, что дан выше.

Что же касается историй, где приводятся всевозможные приключения наблюдателей, якобы вступивших в прямой контакт с инопланетными экипажами «летающих тарелок», то анализ таких «событий» (описания их собраны в различных частных коллекциях) показал: ни о какой достоверности в этих случаях говорить не приходится. Более того, ни одно из писем, поступивших в АН СССР, такого рода сообщений не содержало.

Подводя итоги, можно сказать: подавляющая часть сообщений о наблюдениях «аномальных» явлений нашла свое объяснение. Те несколько процентов, которые по разным причинам пока не идентифицированы, вряд ли внесут существенное изменение в полученное распределение, хотя бы потому, что они не выделяются в какой-либо особый класс. Пожалуй, можно даже отчасти согласиться с одним из выводов комиссии Колорадского университета — изучение этих явлений науку не обогатило. Но в целом продолжение таких работ представляет-

ся полезным. По крайней мере это важно для успешной борьбы с наукообразными и откровенно ненаучными измышлениями вокруг «проблемы НЛО» и, разумеется, для пропаганды достижений современной науки.



Сейсмический режим влияет на климат!

Интересная закономерность установлена для сильных землетрясений, разразившихся за последнее столетие в Средней Азии. Оказывается, в период подготовки мощных сейсмических толчков ($M > 5,4$) на той или иной территории, как правило, над ней наблюдались резкие аномалии характеристик атмосферы. М. Р. Милькис (Южно-Каракумская гидрогеологическая экспедиция Управления геологии ТССР) по изменению элементов климата (температуры и влажности воздуха, атмосферных осадков, облачности, атмосферного давления, скорости ветра и др.) изучил предвестники таких мощных землетрясений, как Апхабадское (5. X. 1948 г.), Газлийские (8. IV, 17. V. 1976 г. и 20. III. 1984 г.), Красноводское (8. VII. 1895 г.), Сарезское (18. II. 1911 г.), Ташкентское (26. IV. 1966 г.).

Используя данные более 120 метеостанций, автор показал, что над готовящимися очагами ряда сильных землетрясений отмечаются максимальная солнечная радиация, максимум чисел ясных дней, самая высокая температура воздуха и скорость ветра, и в то же время — минимальная облачность

и влажность, наименьшее количество осадков. Так, перед Апхабадским катастрофическим землетрясением 1948 года температура воздуха над территорией Туркмении и Узбекистана повсеместно значительно превышала ее средние значения за много лет. Газлийские мощные толчки 1976 и 1984 года произошли после многолетнего непрерывного повышения средней температуры воздуха над их готовящимися очагами, а процент выпадения атмосферных осадков в это время был, наоборот, самым низким за последние 25—30 лет. Минимальная облачность и наименьшее число дней пасмурной погоды характеризовали период, предшествовавший Красноводскому землетрясению. А в Апхабаде число часов солнечного сияния зимой перед землетрясением 1948 года оказалось самым большим в многолетнем ряду чисел ясных зимних дней. Интересно, что второй максимум этого параметра наблюдался зимой 1967—1968 годов, как раз перед вторым Апхабадским землетрясением.

Повышение температуры воздуха и другие аномалии над областями зреющих очагов землетрясений, как считает М. Р. Милькис, связаны с тепловыми и электрическими явлениями, сопровождающими подготовку сейсмического удара. Процесс блоковых движений земной коры в фазах консолидации и разрушения вообще приводит к повышенному выделению тепла из недр в атмосферу Земли. Но наиболее сильно такие процессы проявляются вдоль зон сейсмогенерирующих разломов. Опираясь на все эти данные, по-видимому, можно заключить, что на климат отдельных регионов существенно влияет сеймотектонический режим земной коры.

Известия АН СССР: Физика Земли, 1986, 3

Кандидат физико-математических наук
И. Л. АНДРОНОВ
Е. В. МЕНЧЕНКОВА



Одесская заочная астрономическая школа

«270014, Одесса, парк имени Т. Г. Шевченко, Астрономическая обсерватория, ЗАШ». Письма с таким адресом идут со всех концов страны. Вот уже восемь лет работает заочная астрономическая школа (сокращенно — ЗАШ), организованная по инициативе члена-корреспондента АН УССР В. П. Цесевича. Все это время ведется интенсивная переписка со многими любителями астрономии, проверены и исправлены тысячи контрольных заданий, выданы десятки дипломов об окончании ЗАШ. Лучшие ученики премированы монографиями В. П. Цесевича «Что и как наблюдать на небе», «Переменные звезды и их наблюдение».

Обычно в ЗАШ занимаются ученики 6—10 классов, хотя иногда присылают письма и четвероклассники. Для каждого класса разработаны контрольные задания, включающие 10 задач: 3 по математике, 3 по физике и 4 по астрономии. Чтобы их решить, достаточно хорошего знания школьной программы. Хотя необходима, безусловно, и смекалка. В течение учебного года высылаются пять таких заданий. Кроме того, ученики ЗАШ по выбору выполняют индивидуальное задание. Обычно это наблюдения переменных звезд, пульсирующих звезд типа RR Лиры, долгопериодических и полуправильных звезд с большими амплитудами.

Еще одна область любительской астрономии, которой с увлечением занимаются ученики ЗАШ,— изучение метеорных потоков. Сейчас наибольший интерес вызывают Майские Аквариды (30 апреля — 11 мая) и Ориониды (15—26 октября), что связано с прохождением кометы Галлея.

Нередко нам присылают зарисовки планет, Луны, спутников Юпитера. Много внимания было уделено полному солнечному затмению 31 июля 1981 года. Для его наблюдения члены Междуреченского астрономического кружка (одновременно — ученики ЗАШ) снарядили

специальную экспедицию (поскольку в зону полного затмения Междуреченск не попадал). Ученики ЗАШ — кружковцы из Челябинского Дворца пионеров получили интересные результаты при фотометрировании снимков солнечной короны.

Не одно поколение юных любителей астрономии вело наблюдения на этой Астрономической обсерватории Одесского университета



Ну, а если непогода или просто нет возможности наблюдать? В этом случае можно изучить литературу по выбранной проблеме, выписать наиболее важную информацию, а еще лучше ее систематизировать, написав реферат. Обычно для проверки в заочную астрономическую школу присылают рефераты объемом 20—25 тетрадных страниц, но есть и рекорды. Так, К. Аверичев из Междуреченска прислал работу объемом 148 страниц.

Наблюдения очень важны для увлекающихся астрономией. Поэтому многие любители строят телескопы, астрографы для снимков звездного неба и Луны. На помощь любителям приходит и профессиональная техника. В селе Маяки Одесской области работает оптическая мастерская наблюдательной станции. Любители астрономии нередко приходят сюда и смотрят, как шлифуют зеркала для телескопов, да и сами порой, после должной подготовки под руководством Н. Н. Фащевского и Ю. Н. Бондаренко, изготавливают зеркала для своих инструментов.

На астрономическую станцию в Маяках любители приходят часто. Здесь еще со школьной скамьи они приобщаются к «большой астрономии»: присутствуют во время телескопных наблюдений и даже помогают обрабатывать уже полученную информацию.

Говоря о подготовке юных любителей астрономии, следует отметить кружок при планетарии им. К. Э. Циолковского. Этим

кружком много лет руководит первый директор ЗАШ, сотрудник кафедры астрономии Одесского университета М. И. Мялковский. Специалист по астрономии, он ведет большую работу по организации любительских наблюдений переменных звезд, метеорных потоков, солнечных и лунных затмений, покрытий звезд Луной. Сообщения его учеников (многие из них также занимаются в ЗАШ) неизменно в числе лучших на конференциях юных астрономов. Немало школьников с увлечением занимается и в астрономическом кружке при Областной станции юных техников (руководитель Л. Н. Шпинарева). Заметим, что их работы, причем выполненные на достаточно высоком уровне, нередко рекомендуются к печати, а некоторые любители уже известны как авторы научных статей. Среди поступающих на астрономическое отделение физфака Одесского университета каждый год можно встретить учеников ЗАШ.

Конечно, не все выпускники заочной астрономической школы становятся впоследствии профессиональными астрономами. Многие идут на производство, поступают в другие вузы или на другие факультеты, но и для них астрономия остается увлекательной наукой на всю жизнь, а знания и навыки, полученные в ЗАШ, помогают организовывать самостоятельные наблюдения и свободно ориентироваться в новейших достижениях астрономии.



НОВЫЕ КНИГИ

Учителям астрономии

Вторым изданием вышла «Методика преподавания астрономии в средней школе» (Просвещение, 1985), написанная большим авторским коллективом — Б. А. Воронцов-Вельяминов, М. М. Дагаев, А. А. Засов, Э. В. Конопович, К. А. Порцевский, Н. К. Семанкин, Е. К. Страут, С. В. Шпроков. Авторы ориентируют учителей на работу по программе, известной под названием «усовершенствованная» (в 1986/87 учебном году преподавание

астрономии уже должно основываться на иной программе). Книга содержит краткое предисловие, семь глав, приложения (списки полных солнечных и лунных затмений до 2000 г.; минералогический состав метеоритов; химический состав солнечной атмосферы, лунных пород и космических лучей; крупнейшие телескопы мира), литературу (ряд учебников и учебных пособий; словарей; справочников; пособий по проведению наблюдений, изготовлению самодельных инструментов и изучению отдельных вопросов курса астрономии).

Первая глава знакомит учителей с задачами, содержанием и особенностями методики

преподавания школьной астрономии.

Главы II—VI посвящены методике изучения основных тем усовершенствованной программы («Введение», «Строение Солнечной системы», «Физическая природа тел Солнечной системы», «Солнце и звезды», «Строение и эволюция Вселенной» и заключительная лекция «Жизнь и разум во Вселенной»).

Седьмая глава («Внеурочная работа по астрономии») содержит два небольших параграфа (первый — об учебных лекциях по астрономии, читаемых в планетариях; второй — о некоторых формах внеклассной и внешкольной работы по астрономии).

Заведующий астрономической обсерваторией
Всероссийского ордена «Знак Почета»
пионерского лагеря ЦК ВЛКСМ «Орленок»
С. С. ВОЙНОВ



Астрономия в пионерском лагере

В пионерском лагере «Орленок», на берегу Черного моря, вот уже более 10 лет работает астрономическая обсерватория. Заведует ею большой энтузиаст своего дела Станислав Сергеевич Войнов. Редакция журнала попросила Станислава Сергеевича рассказать о работе пионерской астрономической обсерватории.

Своими впечатлениями о лагере поделились также доктор технических наук И. В. Стражева и кандидат физико-математических наук Л. М. Гиндилис — почетные пионеры «Орленка».

Обычно члены астрономических кружков изучают астрономию, проводят учебные и любительские наблюдения, строят телескопы. Популяризаторской, просветительской деятельности в кружках отводится второе место. Но астрономический кружок в пионерском лагере — это прежде всего центр популяризаторской работы. Члены кружка здесь становятся пропагандистами достижений отечественной и мировой астрономии и космонавтики среди пионеров лагеря. Десятилетний опыт моей работы во Всероссийском пионерском лагере ЦК ВЛКСМ «Орленок» убедительно показал, что подготовить кружковцев к пропагандистской работе можно довольно быстро: 6—8 занятий за смену вполне достаточно для этого. Естественно, что пропагандистами становятся только старшие

пионеры (или комсомольцы), уже обладающие некоторым запасом знаний и имеющие определенные навыки наблюдений. Руководитель кружка должен иметь тщательно продуманный план работы, программу общих, групповых и индивидуальных занятий, подборку научно-популярной литературы — книги, журнальные статьи, вырезки из газет, аннотации по различным проблемам науки. Это позволяет быстро находить ту информацию, которая необходима для работы в данном конкретном случае.

Хорошо, если в астрономическом кружке ребята разделены на группы по интересам: группа «солнечников», группа «звездников» и так далее. Внутри каждой группы одни ребята могут специализироваться на проведении в пионерских отрядах астрономических бесед, дискуссий, другие будут демонстрировать звездное небо в бинокли и телескопы, третьи смогут провести «обзорную прогулку» по звездному небу. Нужны также ответственные за выпуск астрономической стенгазеты, за радиовыступления, за проведение коллективных астрономических мероприятий.

Разумеется, руководителю кружка надо так подготовить программу работы, чтобы наиболее эффективно использовать время, отведенное на за-

нятия. На первом занятии ребята знакомятся с планом деятельности кружка, слушают обзорную лекцию по астрономии. На следующем — формируются группы. Руководитель рассказывает о задачах, объясняет, как лучше подготовиться к самостоятельной работе с пионерскими отрядами, как пользоваться литературой, как обращаться с оптическими приборами. На этом же занятии можно провести обзорную беседу по космонавтике. На третьем занятии — самостоятельная работа групп и сдача зачетов.

В начале смены руководитель кружка совместно со старшей пионервожатой составляет план популяризаторской деятельности членов кружка, по которому кульминацией всех астрономических мероприятий должен стать вселенский праздник, посвященный астрономии и космонавтике.

Большую роль играет материальная база кружка. В первую очередь необходимо иметь подвижные карты звездного неба, звездные атласы, глобус Луны, учебные плакаты по астрономии. Ну и, конечно же, оптические наблюдательные инструменты. Необходима также научно-популярная литература по астрономии и космонавтике: журналы «Знание — сила», «Земля и Вселенная», «Наука и жизнь»; книги — «Энциклопедический словарь юного аст-



Здесь ребята получают первую астрономическую информацию

ронома» (составитель Н. П. Ерлылев), «Очерки о Вселенной» Б. А. Воронцова-Вельяминова и другая литература. Хорошо также иметь серию учебных диафильмов по астрономии, набор слайдов с изображением астрономических объектов и явлений. Их можно сделать самим, пересняв из книг и журналов фотографии галактик, планет, репродукции кар-

тин художников-фантастов и так далее (лучше, если слайды будут цветными). Полезно создать свою фонотеку, куда войдут записи выступлений ученых, космонавтов, песни и музыка.

Какие же астрономические занятия можно проводить в пионерском лагере? Прежде всего это увлекательные **«прогулки по звездному небу»**. Для того, чтобы наиболее эффективно использовать время, отведенное для наблюдений звездного неба, предлагается

следующий план: пока одни пионерские отряды смотрят слайд-фильм (слайды демонстрируются синхронно с текстом, записанным на магнитофон), другая группа пионеров наблюдает звездное небо. Для работы следует подготовить две площадки — на одной проводится обзор звездного неба невооруженным глазом (показ созвездий, примечательных объектов, члены кружка рассказывают о мифах, связанных с созвездиями), на другой площадке в это время идут наблюдения астрономических объектов в бинокли и телескопы. Потом отряды меняются местами. Через 40 минут ребята, которые смотрели фильм, выходят наблюдать небо, а вторая группа переходит на их место смотреть слайд-фильм. Демонстрируют звездное небо члены астрономического кружка, руководитель только помогает им отвечать на вопросы.

Беседы по астрономии. В пасмурную погоду, когда нельзя проводить наблюдения, кружковцы могут организовать для пионеров беседу, причем лучше заранее выяснить те вопросы, которые интересуют ребят. Беседу проводят 3—4 кружковца, каждый из них имеет «свою» тему.

Демонстрация Солнца. Перед этими наблюдениями неплохо познакомить ребят с физической природой Солнца, с солнечно-земными связями. Работу проводит группа кружковцев, подготовленных специально по теме «Солнце».

Расскажем о некоторых коллективных творческих мероприятиях. Участвуя, например, в конкурсе **«Научный эксперимент в космосе»**, пионеры обсуждают научные задачи и



Этот пульт управления поможет пионерам отправиться в «путешествие к планетам разноцветных солнц»

проблемы сегодняшней космонавтики. Специалисты различных отраслей космонавтики предложили вниманию школьников более 70 таких задач (журнал «Квант», 1981, № 4 и 5). По рекомендации руководителя кружка выбирается 5—6 проблем, которые и предлагаются участникам конкурса. Ведущие — члены кружка (их можно назвать «руководителями проектных лабораторий») — готовят по каждой проблеме научно-познавательную информацию, широко используя слайды и другой иллюстративный материал. Заранее готовятся рабочие места — «проект-

ные лаборатории». Прослушав информацию, пионеры выбирают заинтересовавшую их проблему и начинают работать в соответствующей «лаборатории». Решать проблемную задачу можно или индивидуально внутри каждой «лаборатории», или по группам, а можно и всем коллективом «лаборатории». Финалом конкурса станет обсуждение и защита проектов и идей. Такие конкурсы проводятся во всех отрядах, а потом, отобрав и доработав наиболее оригинальные идеи и проекты, можно организовать **общелагерный конкурс «Космическое будущее человечества».**

Но защита проектов — это не конечная цель конкурса. Скорее всего — это особый прием подачи научной информа-

ции, способ познакомить ребят с теми или иными астрономическими проблемами. Поясним на примере. Защищается **проект «Космическое послание».** Авторы предлагают проект содержания и формы послания землян в адрес инопланетной цивилизации. Здесь же рассказывается о тех экспериментах, которые проводились учеными в рамках этой проблемы. При таком построении сценария на обсуждение выносятся не более 4—5 проектов. В подготовку к общелагерному конкурсу включается большое число пионеров: ведь сначала кружковцы проводят конкурсы в отрядах, потом авторы проектов, отобранных в отрядных конкурсах, дорабатывают их, пионеры-художники оформляют место про-



Надо расшифровать «послание» инопланетной цивилизации. Если это удастся, высвечивается изображение отправителя

ведения конкурса, пионерский радиоцентр готовит звуковое оформление. Совет дружины разрабатывает сценарий проведения общелагерного конкурса и так далее.

Можно провести защиту фантастического проекта «Космолет». Для этого в пионерских «конструкторских бюро»

строятся объемные макеты космических кораблей различного назначения. Размеры, форма, детализировка макетов — плод коллективной творческой деятельности «сотрудников конструкторских бюро». Строительным материалом служит картон, фольга, клей. Начинать постановку технических задач лучше всего с рассказа о создателях современной космической техники, о достижениях космонавтики и ее перспективах.

«Экспедиция на Марс» — еще

одна тема для фантастического проекта. Цель его — познакомить пионеров с физической природой планеты, с историей ее изучения, активизировать научно-техническое творчество ребят.

Не должны оставаться в стороне от этих интересных дел и малыши. Для них можно устроить конкурс разнообразных поделок. В популярной форме малышам рассказывают о Солнце и Солнечной системе, о звездах, показывают слайды и диафильмы. А затем предлагают изобразить фантастические пейзажи, животный и растительный мир иных планет. Ребята используют для этого рисунок, аппликацию, мозаику, делают объемные макеты и модели из картона, пластилина или какого-либо другого материала.

Кружковцы могут организовать и провести для малышей викторину «Почемучки штурмуют космос». Главные участники викторины — 2–3 команды во главе со своими капитанами, остальные — болельщики. Команды должны показать свою готовность к «штурму космоса», поэтому в вопросы викторины нужно включить задания по астрономии и космонавтике (с учетом возраста участников), логические задачи, задания на проверку ловкости участников. Чем разнообразнее будет содержание викторины, тем интереснее она пройдет.

Астрономический кружок может быть инициатором и организатором конкурса «Рисунок на асфальте», в котором примут участие и октябрята, и пионеры.

Большую роль в популяризации способен сыграть устный журнал «Звездный вест-

чик». Он открывается страницей «Космос служит людям», где следует рассказать о современной космонавтике, о ее достижениях, о той большой пользе, что приносят людям исследования в космосе. «К. Э. Циолковский — основоположник космонавтики» — вторая страница журнала, она посвящена жизни и деятельности замечательного ученого и человека, его открытиям и изобретениям. Дальше можно пофантазировать, какой будет космонавтика 2000 года. В сценарий включаются песни о космосе, стихи, записанные на грампластинках выступления К. Э. Циолковского, Ю. А. Гагарина, сообщения ТАСС, показываются слайды с изображениями космических объектов, картин художников-фантастов.

Можно провести музыкально-поэтический вечер под девизом «Человек, как звезда, рождается». В его основе — рассказ о людях удивительной судьбы — ученых, космонавтах, конструкторах космических кораблей. Можно посвятить вечер М. В. Ломоносову. В начале его говорится о жизни и деятельности великого русского ученого, о его наблюдениях Венеры. Затем ребята знакомятся с современными научными данными об этой планете, полученными с помощью автоматических межпланетных станций и спускаемых аппаратов «Венера». Здесь же следует рассказать о К. Э. Циолковском и С. П. Королеве.

В пионерских отрядах хорошо провести диспут «Есть ли жизнь во Вселенной!». Ему должна предшествовать определенная подготовительная работа — на видных местах в пио-



Так проходят астрономические мероприятия в отрядах

нерлагере вывешиваются объявления о диспуте с перечислением вопросов, по которым пойдет дискуссия. В библиотеке лагеря организуется выставка литературы, посвященной проблеме внеземных цивилизаций, а также книг писателей-фантастов. Перед диспутом хорошо показать ребятам какой-либо научно-фантастический кинофильм.

При активном участии кружковцев интересно проходят и

«пресс-конференции». О проведении их также предварительно дается объявление, вывешивается ящик для сбора вопросов. Члены астрономического кружка группируют вопросы ребят по темам (например, «Планеты Солнечной системы», «Солнце», «Звезды» и т. д.). Каждая группа кружковцев (2–3 человека) получает свою тему. Ребята готовят ответы на вопросы, а руководитель кружка подбирает для работы литературу, консультирует кружковцев, проверяет степень их подготовлен-



Кандидат физико-математических наук Л. М. Гиндилис вручает юным астрономам «Орленка» подарок в связи с 10-летним юбилеем обсерватории

ности, участвует в самой «пресс-конференции», чтобы помочь в затруднительных ситуациях. Выступления кружковцев рекомендуется сопровождать демонстрацией слайдов, кинофрагментов. Это существенно повышает информативность конференции.

В контакте с «пресс-центром» пионерского лагеря кружок может подготовить и выпустить красочно оформленную, хорошо иллюстрированную **общелагерную стенгазету**. В ней будут такие рубрики: «Звездное небо в июне» (или июле, августе); «Календарь космо-

навтики» (сведения о запусках ИСЗ и космических аппаратов, отдельные эпизоды из истории развития космонавтики и т.п.); «Планеты, открытые заново» (информация о последних достижениях в планетной астрономии); «Реши сам» (предлагаются астрономические задачи и кроссворды); «Наблюдаем звездное небо» (даются результаты наблюдений, выполненных кружковцами) и другие.

Через радиоцентр пионерского лагеря можно организовать регулярные **передачи на астрономические и космические темы** типа «Клуба любителей звездного неба», «Звездного вестника». Для этого кружковцы предварительно собирают в отрядах вопросы, которые интересуют ребят (что можно

сделать и с помощью «почтового ящика»). Такая радиопередача должна иметь свои позывные, музыкальные заставки. В нее войдут песни о космосе и космонавтах, стихи, радиоинтервью с пионерами лагеря, кружковцами.

Мы рассказали о том, какими большими возможностями обладает пионерский лагерь в приобщении ребят к творческой деятельности, к науке (в частности, к астрономии). И нет сомнений: чем интереснее будет поставлена такая работа в лагере, тем больше вероятность, что вернувшись домой, ребята не оставят своего увлечения и продолжат занятия астрономией и космонавтикой в школьных и внешкольных кружках.

Астрономическая обсерватория в «Орленке»

Астрономической обсерватории «Орленка» уже более 10 лет. В сравнении с именитыми «сестрами», такими, как Парижская, Гринвичская или Пулковская, она выглядит совсем юной. Но ведь эта обсерватория действует в особом мире — в мире детских и юношеских устремлений, интересов, творческих дел, дерзаний, — в мире, созданном увлеченными людьми, в «пионерской республике» на берегу Черного моря, для которой характерен свой пульс, свой ритм, свой особенный масштаб времени. Может быть, поэтому так богато и насыщено интересными творческими делами прошедшее десятилетие.

Цифры из отчетов: работало 400 астрономических кружков, в них занималось 8000 пионеров; проведено 380 отрядных мероприятий, 510 бесед по астрономии с демонстрацией звездного неба, 50 творческих дел, в которых принимали участие пионеры всей дружины; действовало 60 профильных отрядов юных астрономов; разработано и опробовано 20 сценариев отрядных мероприятий, 15 сценариев — общедружинных. Но дело, конечно, не только в этих цифрах. Мне неоднократно приходилось бывать в «Орленке», быть и зрителем, и участником многих мероприятий. Первое, что бросается в глаза — отсутствие всякого формализма. Все основано на живом творческом интересе пионеров, которые сами активные участники и ор-

ганизаторы всех дел. Поэтому встречи эти чрезвычайно увлекательны и оставляют яркие впечатления как у детей, так и у взрослых.

Формы работы в лагере очень разнообразны. Помимо обычной кружковой работы здесь и конкурс рисунков («Я вижу космос»), и конкурс поделок («Звездные придумки»), и конкурсы проектов («Голос Земли», «Малый Интеркосмос»), и устный журнал, и поэтические вечера, и научно-фантастические игры («Путешествие в мир Владилены», «Великое Кольцо Разума», «Круиз по планетам Солнечной системы», «Путешествие к планетам разноцветных солнц»), и фантастические проекты, диспуты, «пресс-конференции», КВН «Дружим со звездами» и многое, многое другое.

Есть, например, в обсерватории «Центр СЕТ», где пионеры знакомятся с проблемой вземных цивилизаций. Работа ведется в четырех «лабораториях» «Центра». Одна из них — «лаборатория радиоконтакта» — оснащена оригинальной установкой, с помощью которой демонстрируется модель «послания», «полученного» от вземных цивилизаций. (О приборе, разработанном сотрудниками обсерватории, можно узнать в журнале «Радио» — 1984, № 7, с. 34.) Пионеры должны расшифровать «послание». Когда это им удается, вспыхивает лампочка и на экране высвечивается правильный ответ.

Проводимая в такой увлекательной форме пропаганда астрономических знаний способствует пробуждению у ребят интереса к астрономии и космонавтике, формированию научной картины мира, уясне-

нию места Человека во Вселенной. Многие из них, вернувшись домой, ведут переписку с обсерваторией, сообщают о своих наблюдениях, делятся планами на будущее. Некоторые начинают серьезно заниматься в астрономических кружках, а затем выбирают астрономию своей профессией.

Астрономическая обсерватория «Орленка» накопила очень большой и ценный опыт. Я рекомендую руководителям астрономических кружков, сотрудникам Дворцов пионеров, Домов юных техников, учителям, пионервожатым познакомиться с этим богатым опытом и использовать его в своей работе.

Кандидат физико-математических наук
Л. М. ГИНДИЛИС

Космические вёсны «орлят»

Вот уже несколько лет подряд я встречаю Всемирный день авиации и космонавтики у берегов Черного моря во Всероссийском пионерском лагере ЦК ВЛКСМ «Орленок». Этот великолепный праздник, инициатором проведения которого всегда выступает коллектив астрономической обсерватории лагеря, надолго остается в памяти у всех его участников.

Многие ученые, чья деятельность в той или иной степени связана с космонавтикой и астрономией, приезжают сюда в апрельские дни, чтобы вместе с пионерами дружин

«Звездная», «Стремительная» и «Штормовая» принять участие в популярном празднике, связанном с большой датой в истории человечества — полетом первого в мире космонавта Юрия Алексеевича Гагарина.

День 12 апреля начинается в «Орленке» с традиционной торжественной линейки, открывающей праздник. Подъем флага, рапорты отрядов... Микрофон доносит до присутствующих ставшие легендарными слова первого космонавта, сказанные им перед стартом: «Дорогие друзья, близкие и незнакомые, соотечественники, люди всех стран и континентов! Через несколько минут могучий космический корабль унесет меня в далекие просторы Вселенной...»

С каким вниманием слушают ребята голос Гагарина! Они знают: Юрий Алексеевич был здесь, в «Орленке», ходил по этой земле. Как заинтересованно говорил он тогда о жизни «орлят», о их будущем. Желанным гостем был в лагере и Алексей Архипович Леонов, другие космонавты.

Множеством интересных мероприятий заполнен «космический» день. Диспут на тему: «Есть ли жизнь во Вселенной?». Конкурсы. Космические викторины. «Прогулки» по звездному небу. Не закрываются двери Дома авиации и космонавтики, где широко представлена современная техника, где есть тренажеры и где можно услышать много интересного об истории развития авиации и космонавтики в Советском Союзе. Подолгу стоят пионеры и гости у картин на выставке «Космос далекий и близкий». Их автор — давний друг «орлят», художник-фан-

таст Геннадий Тищенко.

Но, пожалуй, самое большое оживление бывает во Дворце культуры и спорта, когда там проводятся пресс-конференции. Проводить их не так-то просто: у ребят часто возникают вопросы, на которые ответить «с ходу» не легко. Мне запомнилась такая пресс-конференция, проходившая в «Орленке» в 1977 году. В ней принимал участие летчик-космонавт Георгий Михайлович Гречко, ныне дважды Герой Советского Союза, доктор физико-математических наук, уже трижды побывавший в космосе. А тогда, в 1977 году, он все еще был под впечатлением от своего первого полета на станции «Салют-4» вместе с летчиком-космонавтом Алексеем Александровичем Губаревым. Сколько тогда было вопросов! Ребятам хотелось узнать и о том, как работало экипажу в условиях невесомости, и о снах, которые снятся вдали от Земли. Многих интересовало: скоро ли будет создан космический корабль с искусственной силой тяжести и как уже сейчас надо готовиться к профессии космонавта. Георгий Михайлович еле успевал отвечать на вопросы — порой с глубоким анализом затронутых проблем, порой со свойственной ему и очень импонирующей детям шуткой.

Оживленным становится в день праздника и стадион. Здесь определяются победители в эстафете, требующей от участников и хорошей физической подготовки, и известной сноровки. Ведь надо уметь работать с ракетой, укладывать парашют, надевать скафандр, прыгать с парашютной вышки. Бурно приветствуют болельщики победившую команду.

Пока космос — только фантазия, далекая еще мечта. С интересом смотрят ребята самодельный спектакль «Сквозь тернии к звездам». На нем они знакомятся с далеким миром, где люди живут и работают так, как это представлял себе К. Э. Циолковский. А с каким знанием дела, с какой убежденностью защищают перед авторитетным Ученым советом юные «космонавты» свои проекты звездных кораблей!..

О мирном космосе мечтают ребята. Они думают о полетах к далеким планетам, о той большой пользе, которую приносят космические исследования землянам.

Мои друзья и коллеги, постоянные участники встреч с пионерами Л. С. Хачатурьянц, Н. Т. Петрович, Ю. В. Линник, Л. М. Гиндилис и многие другие, прощаясь с «Орленком», всегда с благодарностью называют имена тех, кто вложил столько любви, труда и интересных задумок в проведение замечательных праздников. Пожимая руки заведующему астрономической обсерваторией Станиславу Сергеевичу Войнову, Лилии Николаевне Филипповой и другим сотрудникам обсерватории, всем, кто готовит такие праздники, мы говорим: «До будущей весны, до будущего апреля!»

Известно, что путь в большую жизнь начинается со школьной скамьи. И приятно сознавать, что многим «орлятам» в выборе жизненного пути помогают и вот такие, творчески насыщенные и незабываемые праздники.

Доктор технических наук,
член бюро Федерации
космонавтики СССР
И. В. СТРАЖЕВА



Новый выпуск «Историко- астрономических исследований»

«Чтобы люди и их деяния не пришли в забвение». Так определил задачи истории Геродот. Особое звучание эти слова приобретают в отношении к истории науки. В любой науке не должны забываться ни один ученый, ни одна идея. Но тем более это не должно происходить в такой науке, как астрономия,— одной из популярнейших научных дисциплин, чья роль в формировании мировоззрения неопределима.

Недавно редакционная коллегия «Историко-астрономических исследований» (ИАИ) обсудила вопросы улучшения этого издания. Критика затронула и форму, и содержание выпусков. Справедливо были отмечены однообразие и «унылость» темных обложек, а серийность издания и связь каждого выпуска с порядковым номером расценивались как преграда для распространения книги среди любителей астрономии (серийность привлекательна разве что для «собрателей» подобных изданий). Отмечалась также малая доля материалов по истории смежных с астрономией дисциплин — геодезии и картографии, традиционно входящих в круг интересов астрономов.

И вот перед нами очередной выпуск «Историко-астрономических исследований». Сразу видно: большинство заме-

чаний учтено, много сделано, чтобы расширился круг читателей, чтобы издание стало доступнее, интереснее для любителей астрономии. Расширен тематический подбор материалов, привлечены новые авторы: из 20 авторов этого выпуска 12 публикуются в ИАИ впервые.

Открывается выпуск статьей Н. Л. Кайдановского «У истоков радиоастрономии». Она дает возможность составить довольно полную картину становления и развития радиоастрономии, особенно в СССР. Те же читатели, которые прочитали в свое время книгу И. С. Шкловского «Из истории развития радиоастрономии в СССР» (изд. «Знание», 1982), могут углубить свои познания в истории радиоастрономии, получив свидетельства одного из крупнейших деятелей советской экспериментальной радиоастрономии.

Интересен раздел, относящийся к комете Галлея. Здесь впервые публикуемая на русском языке переписка между Э. Галлеем, И. Ньютоном и Р. Гуком. Письма воссоздают историческую обстановку, в которой Галлей сделал открытие периодичности кометы, наблюдавшейся в 1531 году П. Апианом, в 1607 году — И. Кеплером, а в 1682 году — самим Э. Галлеем. Осуществление

предсказания о возвращении кометы в 1758 году было научным триумфом: первым точным предсказанием, подтвердившим закон всемирного тяготения Ньютона. Не останутся незамеченными две другие публикации этого раздела: заметка Г. Г. Георгобиани о записи на стене храма в Абхазии (ныне эта запись, в которой говорится о наблюдении кометы Галлея в 1066 году, утрачена) и статья А. И. Резникова о возможности отождествления одного из прохождений кометы Галлея (12 г. до н. э.) с явлением «звезды Вифлеема», играющей важную роль в легенде о «рождении Христа». Краткое предисловие к этой статье написала доктор исторических наук И. С. Свенцицкая, крупнейший в СССР специалист по истории раннего христианства. Она отмечает, что «гипотеза автора об отражении в христианском мифе появления кометы Галлея может натолкнуть историков на новые поиски и критический анализ всей совокупности исторических источников, относящихся к 12 г. до н. э.»

Раздел «Исследования и находки» содержит пять статей, очень разных по содержанию, но объединенных общим подходом: попытаться вывести совокупность исторических фактов на уровень анализа стоя-

щего за этими фактами явления. Такую черту исторического исследования всегда считали очень важной: прогностическая направленность исторического исследования («новое есть хорошо забытое старое») не раз доказывала свою состоятельность. Поэтому читатель с интересом и пользой прочитает и изучит статьи Ю. Б. Татарина «Проблема оценки значимости научных результатов», Г. Е. Куртика «Теория восхождения и нисхождения Сабита ибн Корры», С. В. Житомирского «Гелиоцентрическая гипотеза Аристарха Самосского» и А. В. Постникова «Древнейшие карты как отражение взаимодействия человека с природой». Очень занимательна статья Б. Е. Явелова «Эйнштейн и солнечные пятна», в которой автор рассказывает об одной гипотезе А. Эйнштейна, возникшей у того в начале работы над созданием единой теории поля. И хотя, как пишет автор, гипотеза эта была Эйнштейном отвергнута, идея порождения магнетизма вращением электрически нейтральных масс может получить развитие. Правда, без связи с магнитными полями солнечных пятен.

Очень обширен и разнообразен раздел, посвященный жизни и творчеству ученых-астрономов. В очерке П. Г. Куликовского рассказано о жизни и работе замечательного ученого Н. Ф. Флори (Земля и Вселенная, 1985, № 3, с. 48.—Ред.), погибшего в битве за Москву в 1941 году. И специалисты, и любители астрономии благодаря этой публикации смогут познакомиться с короткой, но яркой жизнью интересного человека, астро-

нома, чье имя в истории советской звездной астрономии должно стоять в одном ряду с именами П. П. Паренаго и Б. В. Кукаркина.

В связи с 350-летним юбилеем Роберта Гука в издательстве «Наука» вышла книга А. Н. Боголюбова «Роберт Гук» (М., 1984). Публикуемая в рецензируемом выпуске ИАИ статья С. Р. Филоновича рассказывает о Гуке как астрономе. Читатель найдет здесь много нового, так как эта сторона деятельности ученого не получила должного освещения в монографии Боголюбова. К 200-летию юбилею Ф.-В. Бесселя опубликован текст доклада, прочитанного доктором технических наук А. А. Изотовым на юбилейном заседании в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга. В докладе должным образом оценен вклад Ф.-В. Бесселя в развитие высшей геодезии. Много интересного найдет любитель астрономии в статье М. С. Зверева и В. И. Тихонова о пионере авиационной астрономии Л. П. Сергееве, а также прочитав статью А. И. Еремеевой о жизни и творчестве Х. Шепли. Прекрасны мемуары Б. А. Воронцова-Вельяминова об астрономической Москве 20-х годов.

Большой познавательный материал содержится в статьях о рунических календарях, в статье об Акопе Крымцеи, в разделе хроники. Впервые выпуск ИАИ содержит сводку сведений об авторах сборника.

Итак, «Историко-астрономические исследования» уже много лет, не снижая серьезного научного уровня, дают возможность и ученым, и широчайшему кругу астрономов-люби-

телей приобщаться к истории любимой науки, и остается только пожелать редколлегии не прекращать усилий по расширению авторского, тематического и читательского кругов этого нужного издания.

НОВЫЕ КНИГИ

«Загадки Понта Эвксинского»

Так называется научно-популярная книга М. В. Арбунова (М.: Мысль, 1985), рассказывающая о решении некоторых спорных проблем античной истории и географии Северо-Западного Причерноморья. Две с половиной тысячи лет назад тут возникло множество греческих городов и поселений, но в первые века нашей эры они прекратили свое существование, превратившись в руины, позднее захваченные морем. К решению многих загадок античного мира в этом регионе (местоположение многих городов и поселений, описанных у древних историков и географов, стало предметом острых дискуссий) удалось приблизиться только в последнее время. Неоценимую помощь здесь оказала палеогеография, которая в сочетании с источниковедением, археологией и картографией прояснила немало спорных вопросов.

Автор рассказывает, как современные методы науки позволяют до деталей восстановить маршруты судов, некогда плававших в Понте Эвксинском (древнее название Черного моря), как было определено местоположение башни Неоптолема и древнегреческого города Никоний. Современные научные данные, например, показывают, что в античное время в дельте реки Борисфена (Днепра) на месте нынешнего Кинбурнского полуострова был обширный остров, раз-

деленный протоками на несколько более мелких островов. И что античный Одесс располагался совсем не там, где стоит современная Одесса.

Исследования, проведенные в Северо-Западном Причерноморье, подчеркивает автор, позволяют сделать вывод: произведения древних авторов в большинстве своем достоверный источник для изучения античной истории и географии этой территории. Имеющиеся в них, казалось бы, противоречия вполне объяснимы, одна из причин — изменение береговой линии. За последние 2,5 тыс. лет она повсюду отступила, а это привело к исчезновению городов и поселений.

Комплексное изучение Северо-Западного Причерноморья приносит новые сведения о палеогеографии региона, уточняет время существования островов, перемещения устьев рек, образования лиманов и заливов, дает возможность определить скорость трансгрессии, характер тектоники, абразии, осадкоотложения и других геологических процессов.

На границе двух полушарий

Книга М. В. Вяхирева «В краю пурги и льдов» (Л.: Гидрометеоиздат, 1985) посвящена Шмидтовской гидрометеорологической обсерватории в поселке Мыс Шмидта на Чукотке. Автор, много лет проработавший на этой обсерватории, рассказывает о ее создании в 1932 году и первых зимовках (во время второй зимовки на основе материалов обсерватории начали впервые составлять долгосрочные прогнозы погоды), об организации на Чукотке базы ледовой авиаразведки. В начале 40-х годов маленькая полярная станция, расположенная в точке пересечения 180-го меридиана с береговой чертой Чукотского по-

луострова на границе двух полушарий, стала мощным узловым радиоцентром Главсевморпути.

Ярко и образно, приводя воспоминания специалистов, в разное время работавших на Мысе Шмидта, автор рассказывает о суровых буднях полярников во время Великой Отечественной войны, когда значение Северного морского пути неизмеримо возросло — по этой водной магистрали пришлось направить большую часть грузоперевозок к Дальнему Востоку, осуществлявшихся раньше по железной дороге. Читатель с интересом прочтет страницы, посвященные послевоенным годам жизни станции. Зимовщики принимали участие в гидрометеорологическом «обслуживании» воздушной высокоширотной экспедиции «Север-2», а к 50-м годам Шмидтовский радиометеорологический центр стал осуществлять руководство 13 полярными станциями. В настоящее время это крупнейшая полярная обсерватория, где ведутся наблюдения по обширной научной программе с использованием новейшей измерительной аппаратуры.

Несколько глав книги автор посвятил событиям, связанным с освоением советскими людьми Крайнего Севера. Нельзя без волнения читать о легендарном подвиге челюскинцев в 1934 году, о поисках самолета С. А. Леваневского, пропавшего в 1937 году при перелете из Европы в Северную Америку.

Книга М. В. Вяхирева рассчитана на широкий круг читателей.

Земля среди планет

В 1985 году издательство «Мысль» выпустило книгу А. Е. Кривошукского «Голубая планета», посвященную географическому аспекту сравнительной планетологии. Книга

состоит из трех разных по объему частей. О единстве Вселенной, о связи Земли с ее космическими «соседями» по Солнечной системе говорится в первой части. Здесь автор знакомит читателя с происхождением и строением Солнечной системы, и в особенности с ее влиянием на природную обстановку каждой из планет земной группы. Как влияют на природные условия собственно планетарные свойства, подробно обсуждается во второй части книги. Рассказ о «космических сестрах» Земли подготавливает встречу читателя с ней самой, и встреча эта происходит в последней главе второй части и в специальной третьей части издания.

Читатель познакомится с существующими воззрениями на географическую оболочку, идеями о предмете физической географии. Здесь обсуждается оригинальная модель географической оболочки — системы мобильной и открытой взаимодействию с космосом и недрами планеты. Автор подчеркивает уникальность благоприятных для возникновения разумной жизни природных условий Земли.

Книга Кривошукского — многоплановое сочинение, в ней удачно сочетаются научные результаты из области геологии, географии, геофизики, планетологии (причем результаты последних лет, о чем говорит впечатляющий список литературы) с учебно-справочным материалом. Легкий и даже изящный стиль изложения увлекает читателя, более того, создает у него приподнятое настроение, рождает живой интерес к предмету исследования. Этому способствует и красочное оформление книги с использованием уникальных фотографий Земли, сделанных из космоса.

Книги 1987 года

**Главная редакция
физико-
математической
литературы
издательства
«Наука»**

Раздел научной литературы включает ряд монографий и сборников, посвященных истории науки и различным проблемам астрофизики. Многие из этих книг вполне доступны работникам смежных специальностей и квалифицированным любителям астрономии. В первую очередь мы обращаем внимание читателей на девятнадцатый выпуск «Историко-астрономических исследований». Здесь публикуются статьи о 25-летию космических исследований Венеры, истории открытия реликтового излучения, обзор «Премии АН СССР им. Ф. А. Бредихина» (рассказывается о всех лауреатах премии) и ряд других интересных статей и материалов.

На самый широкий круг читателей рассчитана монография **И. А. Климишина «Открытие Вселенной»**. Это обзор развития представлений об окружающей нас Вселенной, начиная с древнейших времен и до наших дней. Значительное внимание уделено открытиям последних десятилетий. Автор часто обращается к первоисточникам и стремится рассказать не только о самих открытиях, но и о том, как они были сделаны.

Ряд монографий посвящен телам Солнечной системы. Две

из них — о кометах, интерес к которым заметно возрос в связи с очередным возвращением к Солнцу кометы Галлея. Это книги **Д. А. Андриенко** и **А. В. Карпенко «Физические характеристики комет 1876—1980 годов»** (пятое дополнение к фундаментальной монографии С. К. Всехсвятского «Физические характеристики комет», изданной в 1958 г.) и «**Ядра комет**» **Л. М. Шульмана**. Последняя из них подводит итог всему тому, что в настоящее время известно благодаря наблюдениям и теоретическим исследованиям этих тел Солнечной системы.

О новых направлениях в науке, получивших развитие, в частности, в результате исследований с помощью космических аппаратов, рассказывается в книгах **В. А. Краснопольского «Физика свечения атмосфер планет и комет»** и **М. Я. Марова и А. В. Колесниченко «Введение в планетную астрономию»**. Читатель составит представление о структуре, энергетике, динамике и других свойствах верхних атмосфер планет, а также о свечении атмосфер.

Внимание читателей, несомненно, привлечет хорошо иллюстрированная монография **И. Д. Караченцева «Двойные галактики»**. Автор ее в течение многих лет работает на самом большом в мире шестиметровом телескопе. В книге описываются наблюдаемые особенности двойных галактик, рассматриваются вопросы строения, кинематики и динамики этих систем, дается составленный автором каталог 603 пар галактик.

Впервые на русском языке выходит монография, посвященная проблеме природного ядерного синтеза элементов. Называется она «**Синтез элементов во Вселенной**» и написана **Я. М. Крамаровским** и **В. П. Чечевым**. Авторы обсуждают современное состояние теории происхождения элементов, а также связанных с ней наблюдательных и экспериментальных данных.

Монография **В. М. Липунова «Астрофизика нейтронных звезд»** подводит итог всему тому, что сейчас известно об этих объектах, проявляющих себя как радиопульсары (рентгеновские пульсары, источники гамма-всплесков) или другими способами.

В разделе справочной литературы предусмотрен традиционный выпуск «**Астрономического календаря**». Этот ежегодник выходит уже в девяностый раз и содержит сведения об астрономических явлениях в 1988 году и ряд интересных статей в отделе «Приложения».

Готовятся к публикации несколько научно-популярных книг, рассчитанных на различные круги читателей. Три из них выходят в серии «**Проблемы науки и технического прогресса**». Здесь прежде всего необходимо отметить посмертное переиздание широко известной книги **И. С. Шкловского «Вселенная, жизнь, разум»**, которая посвящена проблеме возможности существования жизни, в том числе и разумной, на других планетных системах. Отметим, что книга содержит достаточно полное и доступное изложение результатов современной астрофизики. Подготовили книгу к переизданию **Н. С. Кардашев** и

В. И. Мороз, которые учли новое в проблеме.

Вторым изданием выходит книга Л. Э. Гуревича и А. Д. Чернина «Происхождение галактик и звезд». Высокая оценка первого издания позволяет надеяться, что книга привлечет внимание очень многих читателей.

Впервые в этой серии выходит книга Д. Н. Пономарева «Астрономические обсерватории СССР», рассказывающая об истории, оснащении и современном состоянии ведущих астрономических обсерваторий Советского Союза, об их специализации и основных типах астрономических инструментов. Книга хорошо иллюстрирована фотографиями обсерваторий и главных инструментов.

В серии «Библиотека любителя астрономии» планируется к выпуску книга П. Б. Бабаджана «Метеоры и их наблюдение». Как и другие книги серии, она состоит из двух частей. В одной из них содержатся сведения о метеорах и метеорных потоках, в другой — инструкция для любительских наблюдений.

Вне серий издаются две научно-популярные книги: Ф. Ю. Зигель «Астрономическая мозаика» и Н. В. Володомонов «Календарь: прошлое, настоящее, будущее». Книга Ф. Ю. Зигеля — это очерки о некоторых малоизвестных эпизодах из истории астрономии, а также об удивительных открытиях, сделанных астрономами в последние годы. Небольшая книга Н. В. Володомонова вы-

ходит вторым, переработанным и дополненным изданием и будет интересна всем, кто желает разобраться в проблеме календаря. Обе эти книги написаны доступно и живо и для их чтения не требуется никакой специальной подготовки.

Обращаем внимание читателей на то, что книготорговые организации определяют тиражи книг на основе предварительных заявок, поступивших в магазины. Читатели, не сделавшие таких заявок, рискуют остаться без нужных книг.

Заведующий редакцией
астрономической
литературы
И. Е. РАХЛИН

Кислотный дождь и древние соборы

Закон о чистоте воздуха, принятый в Англии в 50-х годах, привел к тому, что вместо каменного угля стали использовать для отопления более «чистые» в экологическом отношении нефть и газ. Были построены тепловые электростанции с высокими трубами, рассеивающими частицы, которые образуются при горении. В результате в центральных районах Лондона средняя концентрация дыма в воздухе за 30 лет упала на 90%, содержание в атмосфере двуокиси серы также уменьшилось. Однако выбрасываемые теплоэлектростанциями большие массы серных продуктов резко повысили кислотность осадков по всей стране.

Специально созданная станция по изучению влияния кислотных осадков на древние здания и сооружения выявила три основных источника их повреждения: естественную слабую кислотность осадков,



газообразную двуокись серы и собственно кислотные осадки антропогенного происхождения. Какую роль играет каждый из этих факторов, пока неясно. Но скорее всего, повреждения вызываются совместным воздействием двуокиси серы и кислотных осадков, что приводит к образованию в порах камня кристаллов сульфата кальция (гипса). Лабораторные опыты показали: чем мельче поры в камне, тем слабее он «сопротивляется» подобному выветриванию. В ходе кристаллизации, происходящей внутри пор, возникает сначала мощное расширяющее их напряжение, а затем разрушается внутренняя структура материала.

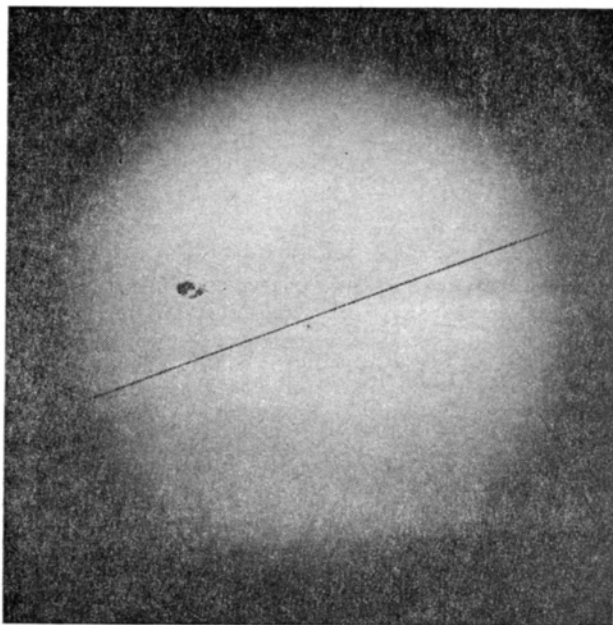
Станция по изучению влияния кислотных дождей на

древние сооружения развертывает сеть пунктов для сбора наблюдательных данных. Первые три головных пункта находятся в замке Болсовер (графство Дербишир), Линкольнском соборе (Линкольншир) и Уэллском соборе (Сомерсетшир).

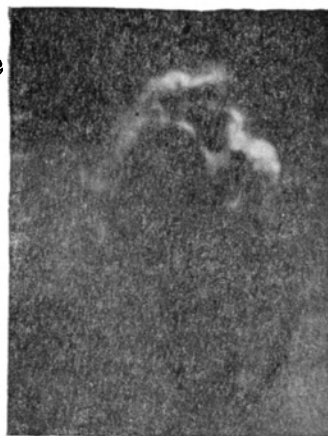
Особую тревогу вызывает состояние Линкольнского собора, его средневековым романским статуям нанесен за последние годы заметный ущерб. Собор находится недалеко от трех крупных тепловых электростанций. И хотя с 1960 года концентрация двуокиси серы в атмосфере здесь значительно уменьшилась, продолжает, по-видимому, действовать эффект долговременной «памяти». Единжды проникнув в поры камня, кристаллы гипса продолжают расти и разрушать камень. Это может продолжаться десятилетиями и после прекращения действия химизма атмосферы. Не исключено также, тут играют роль и выбрасываемые автотранспортом окислы азота.

New Scientist, 1985, 107, 1475

Солнце в феврале — марте 1986 года



Фотосфера 5 марта 1986 г.



Вспышка в группе пятен
5 марта 1986 г.

Снимки получены С. А. Язевым
(Байкальская астрофизическая
обсерватория СибИЗМИРА)

В январе 1986 года активность на солнечном диске была нулевой. Лишь в последний день месяца из-за восточного лимба вышла группа пятен. 2 и 3 февраля добавились еще две группы, одна из которых также вышла из-за края, другая сформировалась на диске. Поэтому в первой половине февраля можно было постоянно наблюдать от 1 до 3 групп, а в середине данного периода величина W достигала 50. Все группы — низкоширотные. Во второй половине февраля ак-

тивность на диске упала до нуля.

В начале марта появилась группа пятен, в ней 5 марта наблюдалась умеренная вспышка.

Наиболее интересны группы, вышедшие на диск 3 февраля и 1 марта. Судя по местоположению и характеру развития, эта была одна и та же группа. Рекуррентность активного образования, то есть неоднократное прохождение его по диску, свидетельствует о стабильности этого образования. Сле-

дует отметить также, что группа располагалась в интервале долгот (0° — 40°), в котором с июня 1985 года неизменно отмечается существенно более высокая активность, чем в других областях. Таким образом, интервалы долгот повышенной активности продолжают наблюдаться.

Кандидат физико-математических наук
В. Г. БАНИН
С. А. ЯЗЕВ

Сдано в набор 18.04.86. Подписано к печати 17.06.86. Т-15107. Формат бумаги 70×100¹/₁₆
Высокая печать. Усл.-печ. л. 7,74. Уч.-изд. л. 10,3. Усл. кр.-отт. 387 тыс. Бум. л. 3,0
Тираж 40 000 экз. Заказ 2483. 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

• ИЮЛЬ • АВГУСТ • 4/86

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. ИЗOTOB

Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН

Доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН

Кандидат физико-математических наук
Г. А. ЛЕЙКЙН

Доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕЕНКО

Доктор физико-математических наук
А. В. НИКОЛАЕВ

Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ

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**

Корректоры: В. А. Ермолаева, Л. М. Федорова

Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва,
К-62, Подсосенский пер., д. 21, комн. 2

Первую и четвертую страницы обложки
оформил А. В. Хорьков

Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

Номер оформили: А. Г. Калашникова, А. В. Хорьков,
Е. К. Тенчурина



Земля и Вселенная



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“
ЦЕНА 65 КОП.
ИНДЕКС 70336

● АСТРОНОМИЯ ● ГЕОФИЗИКА ●
● ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА ●

4/86